

European Scientific Journal, *ESJ*

July 2023

European Scientific Institute, ESI

The content is peer reviewed

ESJ Natural/Life/Medical Sciences

July 2023 edition vol. 19, No. 21

The content of this journal do not necessarily reflect the opinion or position of the European Scientific Institute. Neither the European Scientific Institute nor any person acting on its behalf is responsible for the use of the information contained in this publication.

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

Generativity is a Core Value of the ESJ: A Decade of Growth

Erik Erikson (1902-1994) was one of the great psychologists of the 20th century¹. He explored the nature of personal human identity. Originally named Erik Homberger after his adoptive father, Dr. Theodore Homberger, he re-imagined his identity and re-named himself Erik Erikson (literally Erik son of Erik). Ironically, he rejected his adoptive father's wish to become a physician, never obtained a college degree, pursued independent studies under Anna Freud, and then taught at Harvard Medical School after emigrating from Germany to the United States. Erickson visualized human psychosocial development as eight successive life-cycle challenges. Each challenge was framed as a struggle between two outcomes, one desirable and one undesirable. The first two early development challenges were 'trust' versus 'mistrust' followed by 'autonomy' versus 'shame.' Importantly, he held that we face the challenge of **generativity** versus **stagnation in middle life**. This challenge concerns the desire to give back to society and leave a mark on the world. It is about the transition from acquiring and accumulating to providing and mentoring.

Founded in 2010, the European Scientific Journal is just reaching young adulthood. Nonetheless, **generativity** is one of our core values. As a Journal, we reject stagnation and continue to evolve to meet the needs of our contributors, our reviewers, and the academic community. We seek to innovate to meet the challenges of open-access academic publishing. For us,

¹ Hopkins, J. R. (1995). Erik Homburger Erikson (1902–1994). *American Psychologist*, 50(9), 796-797. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.796>

generativity has a special meaning. We acknowledge an obligation to give back to the academic community, which has supported us over the past decade and made our initial growth possible. As part of our commitment to generativity, we are re-doubling our efforts in several key areas. First, we are committed to keeping our article processing fees as low as possible to make the ESJ affordable to scholars from all countries. Second, we remain committed to fair and agile peer review and are making further changes to shorten the time between submission and publication of worthy contributions. Third, we are looking actively at ways to eliminate the article processing charges for scholars coming from low GDP countries through a system of subsidies. Fourth, we are examining ways to create and strengthen partnerships with various academic institutions that will mutually benefit those institutions and the ESJ. Finally, through our commitment to publishing excellence, we reaffirm our membership in an open-access academic publishing community that actively contributes to the vitality of scholarship worldwide.

Sincerely,

Daniel B. Hier, MD

European Scientific Journal (ESJ) Natural/Life/Medical Sciences

Editor in Chief

International Editorial Board

Jose Noronha Rodrigues,
University of the Azores, Portugal

Nino Kemertelidze,
Grigol Robakidze University, Georgia

Jacques de Vos Malan,
University of Melbourne, Australia

Franz-Rudolf Herber,
University of Saarland, Germany

Annalisa Zanola,
University of Brescia, Italy

Robert Szucs,
Szolnok University College, Hungary

Dragica Vujadinovic,
University of Belgrade, Serbia

Pawel Rozga,
Technical University of Lodz, Poland

Mahmoud Sabri Al-Asal,
Jadara University, Irbid-Jordan

Rashmirekha Sahoo,
Melaka-Manipal Medical College, Malaysia

Georgios Vousinas,
University of Athens, Greece

Asif Jamil,
Gomal University DIKhan, KPK, Pakistan

Faranak Seyyedi,
Azad University of Arak, Iran

Abe N'Doumy Noel,
International University of Social Sciences Hampate-Ba (IUSS-HB) Abidjan RCI, Ivory
Coast

Majid Said Al Busafi,
Sultan Qaboos University- Sultanate of Oman

Dejan Marolov,
European Scientific Institute, ESI

Noor Alam,
Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Rashad A. Al-Jawfi,
Ibb University, Yemen

Muntean Edward Ioan,
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine (USAMV) Cluj-Napoca,
Romania

Hans W. Giessen,
Saarland University, Saarbrucken, Germany

Frank Bezzina,
University of Malta, Malta

Monika Bolek,
University of Lodz, Poland

Robert N. Diotalevi,
Florida Gulf Coast University, USA

Daiva Jureviciene,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Anita Lidaka,
Liepaja University, Latvia

Rania Zayed,
Cairo University, Egypt

Louis Valentin Mballa,
Autonomous University of San Luis Potosi, Mexico

Lydia Ferrara,
University of Naples, Italy

Byron A Brown,
Botswana Accountancy College, Botswana

Grazia Angeloni,
University “G. d’Annunzio” in Chieti, Italy

Chandrasekhar Putcha,
California State University, Fullerton, CA, USA

Cinaria Tarik Albadri,
Trinity College Dublin University, Ireland

Mahammad A. Nurmamedov,
State Pedagogical University, Azerbaijan

Henryk J. Barton,
Jagiellonian University, Poland

Assem El-Shazly,
Zagazig University, Egypt

Saltanat Meiramova,
S.Seifullin AgroTechnical University, Kazakhstan

Rajasekhar Kali Venkata,
University of Hyderabad, India

Ruzica Loncaric,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

Stefan Vladutescu,
University of Craiova, Romania

Anna Zelenkova,
Matej Bel University, Slovakia

Billy Adamsen,
University of Southern Denmark, Denmark

Marinella Lorinzi,
University of Cagliari, Italy

Giuseppe Cataldi,
University of Naples “L’Orientale”, Italy

N. K. Rathee,
Delaware State University, USA

Michael Ba Banutu-Gomez,
Rowan University, USA

Adil Jamil,
Amman University, Jordan

Habib Kazzi,
Lebanese University, Lebanon

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Henry J. Grubb,
University of Dubuque, USA

Daniela Brevenikova,
University of Economics, Slovakia

Genute Gedviliene,
Vytautas Magnus University, Lithuania

Vasilika Kume,
University of Tirana, Albania

Mohammed Kerbouche,
University of Mascara, Algeria

Adriana Gherbon,
University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania

Pablo Alejandro Olavegogeochea,
National University of Comahue, Argentina

Raul Rocha Romero,
Autonomous National University of Mexico, Mexico

Driss Bouyahya,
University Moulay Ismail, Morocco

William P. Fox,
Naval Postgraduate School, USA

Rania Mohamed Hassan,
University of Montreal, Canada

Tirso Javier Hernandez Gracia,
Autonomous University of Hidalgo State, Mexico

Tilahun Achaw Messaria,
Addis Ababa University, Ethiopia

George Chiladze,
University of Georgia, Georgia

Elisa Rancati,
University of Milano-Bicocca, Italy

Alessandro Merendino,
University of Ferrara, Italy

David L. la Red Martinez,
Northeastern National University, Argentina

Anastassios Gentzoglani,
University of Sherbrooke, Canada

Awoniyi Samuel Adebayo,
Solusi University, Zimbabwe

Milan Radosevic,
Faculty Of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Berenyi Laszlo,
University of Miskolc, Hungary

Hisham S Ibrahim Al-Shaikhli,
Auckland University of Technology, New Zeland

Omar Arturo Dominguez Ramirez,
Hidalgo State University, Mexico

Bupinder Zutshi,
Jawaharlal Nehru University, India

Pavel Krpalek,
University of Economics in Prague, Czech Republic

Mondira Dutta,
Jawaharlal Nehru University, India

Evelio Velis,
Barry University, USA

Mahbubul Haque,
Daffodil International University, Bangladesh

Diego Enrique Baez Zarabanda,
Autonomous University of Bucaramanga, Colombia

Juan Antonio Lopez Nunez,
University of Granada, Spain

Nouh Ibrahim Saleh Alguzo,
Imam Muhammad Ibn Saud Islamic University, Saudi Arabia

Ashgar Ali Ali Mohamed,
International Islamic University, Malaysia

A. Zahoor Khan,
International Islamic University Islamabad, Pakistan

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Andrzej Palinski,
AGH University of Science and Technology, Poland

Jose Carlos Teixeira,
University of British Columbia Okanagan, Canada

Enkeleint - Aggelos Mechili,
National and Kapodistrian University of Athens, Greece

Anita Auzina,
Latvia University of Agriculture, Latvia

Martin Gomez-Ullate,
University of Extremadura, Spain

Nicholas Samaras,
Technological Educational Institute of Larissa, Greece

Emrah Cengiz,
Istanbul University, Turkey

Francisco Raso Sanchez,
University of Granada, Spain

Simone T. Hashiguti,
Federal University of Uberlandia, Brazil

Tayeb Boutbouqalt,
University, Abdelmalek Essaadi, Morocco

Maurizio Di Paolo Emilio,
University of L'Aquila, Italy

Ismail Ipek,
Istanbul Aydin University, Turkey

Olena Kovalchuk,
National Technical University of Ukraine, Ukraine

Oscar Garcia Gaitero,
University of La Rioja, Spain

Alfonso Conde,
University of Granada, Spain

Jose Antonio Pineda-Alfonso,
University of Sevilla, Spain

Jingshun Zhang,
Florida Gulf Coast University, USA

Rodrigue V. Cao Diogo,
University of Parakou, Benin

Olena Ivanova,
Kharkiv National University, Ukraine

Marco Mele,
Unint University, Italy

Okyay Ucan,
Omer Halisdemir University, Turkey

Arun N. Ghosh,
West Texas A&M University, USA

Matti Raudjarv,
University of Tartu, Estonia

Cosimo Magazzino,
Roma Tre University, Italy

Susana Sousa Machado,
Polytechnic Institute of Porto, Portugal

Jelena Zascerinska,
University of Latvia, Latvia

Umman Tugba Simsek Gursoy,
Istanbul University, Turkey

Zoltan Veres,
University of Pannonia, Hungary

Vera Komarova,
Daugavpils University, Latvia

Salloom A. Al-Juboori,
Muta'h University, Jordan

Stephane Zingue,
University of Maroua, Cameroon

Pierluigi Passaro,
University of Bari Aldo Moro, Italy

Georges Kpazai,
Laurentian University, Canada

Claus W. Turtur,
University of Applied Sciences Ostfalia, Germany

Natalia Sizochenko,
Dartmouth College, USA

Michele Russo,
University of Catanzaro, Italy

Nikolett Deutsch,
Corvinus University of Budapest, Hungary

Andrea Baranovska,
University of st. Cyrill and Methodius Trnava, Slovakia

Brian Sloboda,
University of Maryland, USA

Murtaz Kvirкваia,
Grigol Robakidze University, Georgia

Yassen Al Foteih,
Canadian University Dubai, UAE

Marisa Cecilia Tumino,
Adventista del Plata University, Argentina

Luca Scaini,
Al Akhawayn University, Morocco

Aelita Skarbaliene,
Klaipeda University, Lithuania

Oxana Bayer,
Dnipropetrovsk Oles Honchar University, Ukraine

Onyeka Uche Ofili,
International School of Management, France

Aurela Saliaj,
University of Vlora, Albania

Maria Garbelli,
Milano Bicocca University, Italy

Josephus van der Maesen,
Wageningen University, Netherlands

Claudia M. Dellafiore,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Francisco Gonzalez Garcia,
University of Granada, Spain

Mahgoub El-Tigani Mahmoud,
Tennessee State University, USA

Miriam Agreda Montoro,
University of La Rioja, Spain

Daniel Federico Morla,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Valeria Autran,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Muhammad Hasmi Abu Hassan Asaari,
Universiti Sains, Malaysia

Angelo Viglianisi Ferraro,
Mediterranean University of Reggio Calabria, Italy

Roberto Di Maria,
University of Palermo, Italy

Delia Magherescu,
State University of Moldova, Moldova

Paul Waithaka Mahinge,
Kenyatta University, Kenya

Aicha El Alaoui,
Sultan My Slimane University, Morocco

Marija Brajčić,
University of Split, Croatia

Monica Monea,
University of Medicine and Pharmacy of Tirgu Mures, Romania

Belen Martinez-Ferrer,
Univeristy Pablo Olavide, Spain

Rachid Zammar,
University Mohammed 5, Morocco

Fatma Koc,
Gazi University, Turkey

Calina Nicoleta,
University of Craiova, Romania

Shadaan Abid,
UT Southwestern Medical Center, USA

Sadik Madani Alaoui,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Patrizia Gazzola,
University of Insubria, Italy

Krisztina Szegedi,
University of Miskolc, Hungary

Liliana Esther Mayoral,
National University of Cuyo, Argentina

Amarjit Singh,
Kurukshetra University, India

Oscar Casanova Lopez,
University of Zaragoza, Spain

Emina Jerkovic,
University of Josip Juraj Strossmayer, Croatia

Carlos M. Azcoitia,
National Louis University, USA

Rokia Sanogo,
University USTTB, Mali

Bertrand Lemennicier,
University of Paris Sorbonne, France

Lahcen Benaabidate,
University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco

Janaka Jayawickrama,
University of York, United Kingdom

Kiluba L. Nkulu,
University of Kentucky, USA

Oscar Armando Esparza Del Villar,
University of Juarez City, Mexico

George C. Katsadoros,
University of the Aegean, Greece

Elena Gavrilova,
Plekhanov University of Economics, Russia

Eyal Lewin,
Ariel University, Israel

Szczepan Figiel,
University of Warmia, Poland

Don Martin,
Youngstown State University, USA

John B. Strait,
Sam Houston State University, USA

Nirmal Kumar Betchoo,
University of Mascareignes, Mauritius

Camilla Buzzacchi,
University Milano Bicocca, Italy

EL Kandoussi Mohamed,
Moulay Ismai University, Morocco

Susana Borrás Pentinat,
Rovira i Virgili University, Spain

Jelena Kasap,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Massimo Mariani,
Libera Università Mediterranea, Italy

Rachid Sani,
University of Niamey, Niger

Luis Aliaga,
University of Granada, Spain

Robert McGee,
Fayetteville State University, USA

Angel Urbina-Garcia,
University of Hull, United Kingdom

Sivanadane Mandjiny,
University of N. Carolina at Pembroke, USA

Marko Andonov,
American College, Republic of Macedonia

Ayub Nabi Khan,
BGMEA University of Fashion & Technology, Bangladesh

Leyla Yılmaz Findik,
Hacettepe University, Turkey

Vlad Monescu,
Transilvania University of Brasov, Romania

Stefano Amelio,
University of Unsubria, Italy

Enida Pulaj,
University of Vlora, Albania

Christian Cave,
University of Paris XI, France

Julius Gathogo,
University of South Africa, South Africa

Claudia Pisoschi,
University of Craiova, Romania

Arianna Di Vittorio,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Joseph Ntale,
Catholic University of Eastern Africa, Kenya

Kate Litondo,
University of Nairobi, Kenya

Maurice Gning,
Gaston Berger University, Senegal

Katarina Marosevic,
J.J. Strossmayer University, Croatia

Sherin Y. Elmahdy,
Florida A&M University, USA

Syed Shadab,
Jazan University, Saudi Arabia

Koffi Yao Blaise,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Mario Adelfo Batista Zaldivar,
Technical University of Manabi, Ecuador

Kalidou Seydou,
Gaston Berger University, Senegal

Patrick Chanda,
The University of Zambia, Zambia

Meryem Ait Ouali,
University IBN Tofail, Morocco

Laid Benderradji,
Mohamed Boudiaf University of Msila, Algeria

Amine Daoudi,
University Moulay Ismail, Morocco

Oruam Cadex Marichal Guevara,
University Maximo Gomes Baez, Cuba

Vanya Katarska,
National Military University, Bulgaria

Carmen Maria Zavala Arnal,
University of Zaragoza, Spain

Francisco Gavi Reyes,
Postgraduate College, Mexico

Iane Franceschet de Sousa,
Federal University S. Catarina, Brazil

Patricia Randrianavony,
University of Antananarivo, Madagascar

Roque V. Mendez,
Texas State University, USA

Kesbi Abdelaziz,
University Hassan II Mohammedia, Morocco

Whei-Mei Jean Shih,
Chang Gung University of Science and Technology, Taiwan

Ilknur Bayram,
Ankara University, Turkey

Elenica Pjero,
University Ismail Qemali, Albania

Gokhan Ozer,
Fatih Sultan Mehmet Vakif University, Turkey

Veronica Flores Sanchez,
Technological University of Veracruz, Mexico

Camille Habib,
Lebanese University, Lebanon

Larisa Topka,
Irkutsk State University, Russia

Paul M. Lipowski,
Creighton University, USA

Marie Line Karam,
Lebanese University, Lebanon

Sergio Scicchitano,
Research Center on Labour Economics (INAPP), Italy

Mohamed Berradi,
Ibn Tofail University, Morocco

Visnja Lachner,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Sangne Yao Charles,
University Jean Lorougnon Guede, Ivory Coast

Omar Boubker,
University Ibn Zohr, Morocco

Kouame Atta,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Patience Mpanzu,
University of Kinshasa, Congo

Devang Upadhyay,
University of North Carolina at Pembroke, USA

Nyamador Wolali Seth,
University of Lome, Togo

Akmele Meless Simeon,
Ouattara University, Ivory Coast

Mohamed Sadiki,
IBN Tofail University, Morocco

Paula E. Faulkner,
North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

Gamal Elgezeery,
Suez University, Egypt

Manuel Gonzalez Perez,
Universidad Popular Autonoma del Estado de Puebla, Mexico

Denis Pompidou Folefack,
Centre Africain de Recherche sur Bananiers et Plantains (CARBAP), Cameroon

Seka Yapi Arsene Thierry,
Ecole Normale Supérieure Abidjan (ENS Ivory Coast)

Dastagiri MB,
ICAR-National Academy of Agricultural Research Management, India

Alla Manga,
University Cheikh Anta Diop, Senegal

Lalla Aicha Lrhorfi,
University Ibn Tofail, Morocco

Ruth Adunola Aderanti,
Babcock University, Nigeria

Katica Kulavkova,
University of "Ss. Cyril and Methodius", Republic of Macedonia

Aka Koffi Sosthene,
Research Center for Oceanology, Ivory Coast

Forchap Ngang Justine,
University Institute of Science and Technology of Central Africa, Cameroon

Toure Krouele,
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Ivory Coast

Sophia Barinova,
University of Haifa, Israel

Leonidas Antonio Cerda Romero,
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

T.M.S.P.K. Thennakoon,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Aderewa Amontcha,
Université d'Abomey-Calavi, Benin

Khadija Kaid Rassou,
Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Morocco

Rene Mesias Villacres Borja,
Universidad Estatal De Bolívar, Ecuador

Aaron Victor Reyes Rodriguez,
Autonomous University of Hidalgo State, Mexico

Qamil Dika,
Tirana Medical University, Albania

Kouame Konan,
Peleforo Gon Coulibaly University of Korhogo, Ivory Coast

Hariti Hakim,
University Alger 3, Algeria

Emel Ceyhun Sabir,
University of Cukurova, Turkey

Salomon Barrezueta Unda,
Universidad Tecnica de Machala, Ecuador

Belkis Zervent Unal,
Cukurova University, Turkey

Elena Krupa,
Kazakh Agency of Applied Ecology, Kazakhstan

Carlos Angel Mendez Peon,
Universidad de Sonora, Mexico

Antonio Solis Lima,
Apizaco Institute Technological, Mexico

Roxana Matefi,
Transilvania University of Brasov, Romania

Bouharati Saddek,
UFAS Setif1 University, Algeria

Toleba Seidou Mamam,
Universite d'Abomey-Calavi (UAC), Benin

Serigne Modou Sarr,
Universite Alioune DIOP de Bambey, Senegal

Nina Stankous,
National University, USA

Lovergine Saverio,
Tor Vergata University of Rome, Italy

Fekadu Yehualashet Maru,
Jigjiga University, Ethiopia

Karima Laamiri,
University of Moulay Ismail, Morocco

Elena Hunt,
Laurentian University, Canada

Sharad K. Soni,
Jawaharlal Nehru University, India

Lucrezia Maria de Cosmo,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Florence Kagendo Muindi,
University of Nairobi, Kenya

Maximo Rossi Malan,
Universidad de la Republica, Uruguay

Haggag Mohamed Haggag,
South Valley University, Egypt

Olugbamila Omotayo Ben,
Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

Eveligh Cecilania Prado-Carpio,
Technical University of Machala, Ecuador

Maria Clideana Cabral Maia,
Brazilian Company of Agricultural Research - EMBRAPA, Brazil

Fernando Paulo Oliveira Magalhaes,
Polytechnic Institute of Leiria, Portugal

Valeria Alejandra Santa,
Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Stefan Cristian Gherghina,
Bucharest University of Economic Studies, Romania

Goran Ilik,
"St. Kliment Ohridski" University, Republic of Macedonia

Amir Mohammad Sohrabian,
International Information Technology University (IITU), Kazakhstan

Aristide Yemmafouo,
University of Dschang, Cameroon

Gabriel Anibal Monzón,
University of Moron, Argentina

Robert Cobb Jr,
North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

Arburim Iseni,
State University of Tetovo, Republic of Macedonia

Raoufou Pierre Radji,
University of Lome, Togo

Juan Carlos Rodriguez Rodriguez,
Universidad de Almeria, Spain

Satoru Suzuki,
Panasonic Corporation, Japan

Iulia-Cristina Muresan,
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Romania

Russell Kabir,
Anglia Ruskin University, UK

Nasreen Khan,
SZABIST, Dubai

Luisa Morales Maure,
University of Panama, Panama

Lipeng Xin,
Xi'an Jiaotong University, China

Harja Maria,
Gheorghe Asachi Technical University of Iasi, Romania

Adou Paul Venance,
University Alassane Ouattara, Cote d'Ivoire

Nkwenka Geoffroy,
Ecole Supérieure des Sciences et Techniques (ESSET), Cameroon

Benie Aloh J. M. H.,
Felix Houphouët-Boigny University of Abidjan, Cote d'Ivoire

Bertin Desire Soh Fotsing,
University of Dschang, Cameroon

N'guessan Tenguel Sosthene,
Nangui Abrogoua University, Cote d'Ivoire

Ackoundoun-Nguessan Kouame Sharll,
Ecole Normale Superieure (ENS), Cote d'Ivoire

Abdelfettah Maouni,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Alina Stela Resceanu,
University of Craiova, Romania

Alilouch Redouan,
University Abdelmalek Saadi, Morocco

Gnamien Konan Bah Modeste,
Jean Lorougnon Guede University, Cote d'Ivoire

Sufi Amin,
International Islamic University, Islambad Pakistan

Sanja Milosevic Govedarovic,
University of Belgrade, Serbia

Elham Mohammadi,
Curtin University, Australia

Andrianarizaka Marc Tiana,
University of Antananarivo, Madagascar

Ngakan Ketut Acwin Dwijendra,
Udayana University, Indonesia

Yue Cao,
Southeast University, China

Audrey Tolouian,
University of Texas, USA

Asli Cazorla Milla,
Federal University of Rio de Janerio, Brazil

Valentin Marian Antohi,
University Dunarea de Jos of Galati, Romania

Tabou Talahatou,
University of Abomey-Calavi, Benin

N. K. B. Raju,
Sri Venkateswara Veterinary University, India

Hamidreza Izadi,
Chabahar Maritime University, Iran

Hanaa Ouda Khadri Ahmed Ouda,
Ain Shams University, Egypt

Rachid Ismaili,
Hassan 1 University, Morocco

Tamar Ghutidze,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Emine Koca,
Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey

David Perez Jorge,
University of La Laguna, Spain

Irma Guga,
European University of Tirana, Albania

Jesus Gerardo Martínez del Castillo,
University of Almeria, Spain

Mohammed Mouradi,
Sultan Moulay Slimane University, Morocco

Marco Tulio Ceron Lopez,
Institute of University Studies, Mexico

Mangambu Mokoso Jean De Dieu,
University of Bukavu, Congo

Hadi Sutopo,
Kalbis Institute, Indonesia

Priyantha W. Mudalige,
University of Kelaniya, Sri Lanka

Emmanouil N. Choustoulakis,
University of Peloponnese, Greece

Yasangi Anuradha Iddagoda,
Chartered Institute of Personal Management, Sri Lanka

Pinnawala Sangasumana,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Abdelali Kaaouachi,
Mohammed I University, Morocco

Kahi Oulai Honore,
University of Bouake, Cote d'Ivoire

Ma'moun Ahmad Habiballah,
Al Hussein Bin Talal University, Jordan

Amaya Epelde Larranaga,
University of Granada, Spain

Franca Daniele,
"G. d'Annunzio" University, Chieti-Pescara, Italy

Saly Sambou,
Cheikh Anta Diop University, Senegal

Daniela Di Berardino,
University of Chieti-Pescara, Italy

Dorjana Klosi,
University of Vlore "Ismail Qemali, Albania

Abu Hamja,
Aalborg University, Denmark

Stankovska Gordana,
University of Tetova, Republic of Macedonia

Kazimierz Albin Klosinski,
John Paul II Catholic University of Lublin, Poland

Maria Leticia Bautista Diaz,
National Autonomous University, Mexico

Bruno Augusto Sampaio Fuga,
North Parana University, Brazil

Anouar Alami,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Vincenzo Riso,
University of Ferrara, Italy

Janhavi Nagwekar,
St. Michael's Hospital, Canada

Jose Grillo Evangelista,
Egas Moniz Higher Institute of Health Science, Portugal

Xi Chen,
University of Kentucky, USA

Fateh Mebarek-Oudina,
Skikda University, Algeria

Nadia Mansour,
University of Sousse, Tunisia

Jestoni Dulva Maniago,
Majmaah University, Saudi Arabia

Daniel B. Hier,
Missouri University of Science and Technology, USA

S. Sendil Velan,
Dr. M.G.R. Educational and Research Institute, India

Enriko Ceko,
Wisdom University, Albania

Laura Fischer,
National Autonomous University of Mexico, Mexico

Mauro Berumen,
Caribbean University, Mexico

Sara I. Abdelsalam,
The British University in Egypt, Egypt

Maria Carlota,
Autonomous University of Queretaro, Mexico

H.A. Nishantha Hettiarachchi,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Bhupendra Karki,
University of Louisville, Louisville, USA

Evens Emmanuel,
University of Quisqueya, Haiti

Iresha Madhavi Lakshman,
University of Colombo, Sri Lanka

Francesco Scotognella,
Polytechnic University of Milan, Italy

Kamal Niaz,
Cholistan University of Veterinary & Animal Sciences, Pakistan

Rawaa Qasha,
University of Mosul, Iraq

Amal Talib Al-Sa'ady,
Babylon University, Iraq

Hani Nasser Abdelhamid,
Assiut University, Egypt

Mihnea-Alexandru Gaman,
University of Medicine and Pharmacy, Romania

Daniela-Maria Cretu,
Lucian Blaga University of Sibiu, Romania

Ilenia Farina,
University of Naples "Parthenope, Italy

Luisa Zanolla,
Azienda Ospedaliera Universitaria Verona, Italy

Jonas Kwabla Fiadzawoo,
University for Development Studies (UDS), Ghana

Adriana Burlea-Schiopoiu,
University of Craiova, Romania

Alejandro Palafox-Munoz,
University of Quintana Roo, Mexico

Fernando Espinoza Lopez,
Hofstra University, USA

Ammar B. Altemimi,
University of Basrah, Iraq

Monica Butnariu,
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "King Michael I, Romania

Davide Calandra,
University of Turin, Italy

Nicola Varrone,
University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy

Luis Angel Medina Juarez,
University of Sonora, Mexico

Francesco D. d'Ovidio,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Sameer Algburi,
Al-Kitab University, Iraq

Braione Pietro,
University of Milano-Bicocca, Italy

Mounia Bendari,
Mohammed VI University, Morocco

Stamatios Papadakis,
University of Crete, Greece

Aleksey Khlopytskyi,
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

Sung-Kun Kim,
Northeastern State University, USA

Nemanja Berber,
University of Novi Sad, Serbia

Krejsa Martin,
Technical University of Ostrava, Czech Republic

Magdalena Vaverkova,
Mendel University in Brno, Czech Republic

Jeewaka Kumara,
University of Peradeniya, Sri Lanka

Antonella Giacosa,
University of Torino, Italy

Paola Clara Leotta,
University of Catania, Italy

Francesco G. Patania,
University of Catania, Italy

Rajko Odobasa,
University of Osijek, Faculty of Law, Croatia

Jesusa Villanueva-Gutierrez,
University of Tabuk, Tabuk, KSA

Leonardo Jose Mataruna-Dos-Santos,
Canadian University of Dubai, UAE

Usama Konbr,
Tanta University, Egypt

Branislav Radeljic,
Necmettin Erbakan University, Turkey

Anita Mandaric Vukusic,
University of Split, Croatia

Barbara Cappuzzo,
University of Palermo, Italy

Roman Jimenez Vera,
Juarez Autonomous University of Tabasco, Mexico

Lucia P. Romero Mariscal,
University of Almeria, Spain

Pedro Antonio Martin-Cervantes,
University of Almeria, Spain

Hasan Abd Ali Khudhair,
Southern Technical University, Iraq

Qanqom Amira,
Ibn Zohr University, Morocco

Farid Samir Benavides Vanegas,
Catholic University of Colombia, Colombia

Nedret Kuran Burcoglu,
Emeritus of Bogazici University, Turkey

Julio Costa Pinto,
University of Santiago de Compostela, Spain

Satish Kumar,
Dire Dawa University, Ethiopia

Favio Farinella,
National University of Mar del Plata, Argentina

Jorge Tenorio Fernando,
Paula Souza State Center for Technological Education - FATEC, Brazil

Salwa Alinat,
Open University, Israel

Hamzo Khan Tagar,
College Education Department Government of Sindh, Pakistan

Rasool Bukhsh Mirjat,
Senior Civil Judge, Islamabad, Pakistan

Samantha Goncalves Mancini Ramos,
Londrina State University, Brazil

Mykola Nesprava,
Dnoproperovsk State University of Internal Affairs, Ukraine

Awwad Othman Abdelaziz Ahmed,
Taif University, Kingdom of Saudi Arabia

Manotar Tampubolon,
Universitas Kristen, Indonesia

Giacomo Buoncompagni,
LUMSA University of Rome, Italy

Elza Nikoleishvili,
University of Georgia, Georgia

Mohammed Mahmood Mohammed,
University of Baghdad, Iraq

Oudgou Mohamed,
University Sultan Moulay Slimane, Morocco

Arlinda Ymeraj,
European University of Tirana, Albania

Luisa Maria Arvide Cambra,
University of Almeria, Spain

Charahabil Mohamed Mahamoud,
University Assane Seck of Ziguinchor, Senegal

Ehsaneh Nejad Mohammad Nameghi,
Islamic Azad University, Iran

Mohamed Elsayed Elnaggar,
The National Egyptian E-Learning University , Egypt

Said Kammass,
Business & Management High School, Tangier, Morocco

Harouna Issa Amadou,
Abdou Moumouni University of Niger

Achille Magloire Ngah,
Yaounde University II, Cameroun

Gnagne Agness Esoh Jean Eudes Yves,
Universite Nangui Abrogoua, Cote d'Ivoire

Badoussi Marius Eric,
Université Nationale des sciences, Technologies,
Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM) , Benin

Carlos Alberto Batista Dos Santos,
Universidade Do Estado Da Bahia, Brazil

Table of Contents:

The Impact of the COVID-19 Lockdown Restrictions on Physical Activity Levels in European Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis.....1

Tanya O'Brien

Aileen Lynch

Beneficial Farming Practices and Assistive Technologies for Veterans and Limited Resource Farmers.....33

Paula E. Faulkner

Robert Cobb Jr.

Osei Yeboah

Shon Smith

Tamirrah Cox

Fracturing and Groundwater Productivity Linkages in the Koumfab Watershed in Northern Togo.....49

Katansao P.E.

Gnazou M.E.

Tairo M.S.

Gnazou M.D.T.

Ljiljana V.

**Identificación de Factores Asociados a la Ingesta Proteica Incidentes
Sobre Función Renal en Deportistas de CrossFit®.....64**

Claudia González-González

Eduardo Rodriguez-Villa

Nicte Selene Fajardo Robledo

Erika Fernández-Rosillo

Michelle Martín Apodaca

Antonio Plasencia-Calleros

Juan Manuel Viveros-Paredes

**Profils Epidemio–Cliniques et Paracliniques de l’Epilepsie chez les
Adolescents vus au Centre de Neurologie d’Antananarivo
Madagascar.....87**

Innocent Injakanasy

Lala Andriamasinavalona Rajaonarison

Tanjona Ezakiniaina Mamy Soa Rakotoarijaona

Ratsitohara Santatra Razafindrasata

Naliniaina Robert Randrianantoandro

Julien Razafimahefa

Alain Djacoba Tehindrazanarivelo

**Exploring Generalized Anxiety Disorder in Third-Year Medical
Students: A Cross-Sectional Study Investigating Treatment-Seeking
Attitudes.....97**

Noman Mansoor

Aimen Warsi

Mahnoor Khan

**Enquête Ethnobotanique sur les Usages de Euphorbia Heterophylla L.
(Euphorbiaceae) dans le Nord de la Côte d'Ivoire.....116**

Kouame Yao Francois

Kanga Yao

David Vincent Kouakou N'Goran

**Résilience Biophysique chez des Patients Adultes de Différentes Formes
d'Hérédités de Diabète Pris en Charge au Centre Antidiabétique
d'Abidjan (CADA).....130**

Kacou Vincent Bosson

Kouakou Jérôme Kouadio

Firmin Kouassi Kouakou

**Carcinome Papillaire Intra-Kystique du Sein : A Propos d'Un cas au
Service de Gynécologie-Obstétrique du CHU Kara.....151**

Logbo-Akey Kossi Edem

Ajavon Dede Regina

M'Bortche Kignomon Bingo

Kambote Yendoube Pierre

Aboubakari Abdoul Samadou

Déterminants de l'Utilisation de la Contraception par les Femmes en Union dans le District Sanitaire de Guédiawaye, Sénégal.....160

Ali Zaratou

Diagne Khadissatou

Ali Hadiza

Djibo Adamou Sayo

Abdoulaye Soumana

Faye Adama

Nayama Madi

Prévalence et Facteurs de Risque Associés à la Lombalgie Commune chez le Personnel Soignant au Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville en 2021.....174

Angalla Affleck Romaric Ledier

Lamini N'Soundhat Norbert Edgard

Akoli Ekoya Ondzala

Nkouala-Kidédé Daphtone Chabel

Omboumahou Bakalé Francina Eddie

Salémo Anah Précieux

Honoré Ntsiba

Richard Bileckot

Étude Longitudinale de la Santé Mentale chez les Etudiants Primo-inscrits de l'Université de Sfax.....188

Azi Kammoun Safia

Naceur Abdelmajid

**Apport des Données d’Observation de la Terre Dans l’Evaluation du
Potentiel Forester de la Reserve Narutelle Mabi- Yaya au Sud-est de la
Cote d’Ivoire.....210**

Ouedraogo Boubacar

Dibi N’Da Hyppolite

Nanan Noël Kouman Kouassi

**Variation de la Durée de Vie de Furcifer labordi en Fonction de Certains
Facteurs dans la Réserve Spéciale d’Andranomena, Morondava,
Madagascar.....231**

Nirindrainiarivony Philibertin Honoré Djadagna Ahy

Achille Philippe Raselimanana

Lily-Arison René De Roland



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

The Impact of the COVID-19 Lockdown Restrictions on Physical Activity Levels in European Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis

Tanya O'Brien, PhD Candidate, MSc

Dr. Aileen Lynch

Trinity College Dublin, Ireland

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p1](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p1)

Submitted: 03 March 2023

Accepted: 24 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

O'Brien T. & Lynch A. (2023). *The Impact of the COVID-19 Lockdown Restrictions on Physical Activity Levels in European Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p1>

Abstract

Aim: To evaluate how the COVID-19 public health lockdown restrictions impacted the physical activity levels of European adolescents aged 10-19. **Methodology:** Databases searched included CINAHL Complete, Medline, APA PsycInfo, AMED, EMBASE, SPORTDiscus, Web of Science, and Cochrane Library. Search terms comprised database-specific synonyms of “Physical Activity” AND “COVID-19” AND “Adolescents”. Included studies compared continuous, quantitative pre-COVID and during-COVID physical activity measurements of healthy adolescents aged 10-19 living in the European Union. The references of relevant systematic reviews were hand-searched for pertinent studies. Included studies were independently appraised using the Newcastle Ottawa Scale for Cohort Studies followed by meta-analysis. **Findings:** Database search retrieved 1397 studies, with three further studies discovered through hand searches. After removing duplicates, 898 articles were independently screened in Covidence by two reviewers, resulting in five included studies. Quality Assessment ratings were ‘poor’ (4/5) or ‘fair’ (1/5). Random effects meta-analysis demonstrated a significant decline in European adolescent physical activity levels, with a Standard Mean Difference of 0.44 (95% CI, 0.03, 0.84; P=0.005, 4 studies, n=2286). When analyzed by gender, a non-significant trend of decreased physical activity was found in both boys (0.43, 95% CI, -0.07, 0.93; P=0.09, 3 studies, n=1030) and girls

(0.25, 95% CI, -0.33, 0.84; P=0.40, 3 studies, n=1017). **Conclusion:** Though overall study quality was poor due to pandemic restrictions, these results indicate that the COVID-19 lockdowns may have significantly negatively impacted already-poor adolescent physical activity levels. This research demonstrates the importance of interventions to encourage physical activity participation in this demographic.

Keywords: COVID-19; physical activity; exercise; children; adolescents

Introduction

The World Health Organization (WHO) recommends that children and adolescents aged 5-17 years accumulate 60 minutes of moderate-to-vigorous intensity physical activity (PA) per day (WHO, 2020a). PA is defined as “any bodily movement produced by skeletal muscles that requires energy expenditure” (WHO, 2020c). Concerningly, only one in five adolescents, or individuals aged 10-19 years, met WHO PA guidelines in 2016 (WHO, 2020a, 2022b). These worrying statistics persist despite the well-documented short and long-term physical and mental health benefits of PA in youth (John et al., 2022; WHO, 2020a). Furthermore, PA attitudes and behaviours developed in childhood and adolescence have been shown to carry over to adulthood, significantly impacting the life-long risk of chronic disease (Telama, 2009).

When the WHO declared the worldwide SARS-CoV-2 (COVID-19) pandemic on 11 March 2020, public health lockdown restrictions and stay-at-home orders in most countries caused the extended closure of in-person school, work and organized events, including sports (Cucinotta & Vanelli, 2020; Islam et al., 2020). Concerns have been raised that adolescents, who typically accumulate a large portion of their daily PA from highly impacted activities such as active transport to and from school, in-school physical education lessons and organized leisure-time activities, have been particularly negatively affected by the COVID-19 lockdowns (Bates et al., 2020; Slingerland et al., 2012; WHO, 2022a). It has therefore been suggested that adolescents may be even less active post-COVID-19 and that these changes in lifestyle behaviours could lead to long-term adverse effects on their health and well-being (Bates et al., 2020).

Decreases in physical activity levels during the COVID-19 lockdowns have been demonstrated in adults (Silvia Isela Ramírez et al., 2023). An overall analysis of the literature evaluating the impact of the COVID-19 lockdowns on children and adolescent physical activity levels (PALs) also shows a general trend of declined PA worldwide (Kharel et al., 2022; Mayra et al., 2022; Neville et al., 2022; Povšič et al., 2022; Saulle et al., 2021; Stockwell et al., 2021; Wunsch et al., 2022; Zaccagni et al., 2021). It was identified that those who were highly active pre-COVID were more likely to

maintain higher PAL within-COVID, though their total PA still decreased (Wunsch et al., 2022; Zaccagni et al., 2021). Access to outdoor space was another factor that was determined to be significantly correlated with the likelihood of meeting WHO PA guidelines (Okely et al., 2021).

Preliminary data supports the hypothesis that adolescent PALs may be more negatively impacted than those of younger children (Mayra et al., 2022; Schmidt & Pawlowski, 2021; Wunsch et al., 2022). When attempting to stratify the data by gender, however, the results are mixed (Kharel et al., 2022; Mayra et al., 2022; Neville et al., 2022; Povšič et al., 2022; Saulle et al., 2021; Stockwell et al., 2021; Wunsch et al., 2022; Zaccagni et al., 2021). Further exploration differentiating the impact of the lockdowns on male and female children's PALs is warranted.

Individual countries' responses to COVID-19 differed in timing and severity worldwide (Koh, 2020). Vaccine access and policy also varied, with 95% of the COVID-19 vaccines going to 20% of the world's population in the early months of the pandemic (Tatar et al., 2021). This disparity makes an accurate comparison of the impact of lockdowns across developed and less-developed nations problematic. In this systematic review, only the responses of the countries part of the European Union (EU) were examined (EU, 2021). This limitation of scope was selected to reduce bias due to vaccine access given that the EU negotiated on behalf of its member countries to ensure equitable and timely access to vaccines (Sciacchitano & Bartolazzi, 2021).

Furthermore, while systematic reviews examining the impact of the lockdowns on children and adolescents in regions such as the United States and Italy have been performed, none have yet attempted to encompass the EU region (Mayra et al., 2022; Zaccagni et al., 2021). Moreover, our literature review also revealed several outlier studies with the same or increased, rather than decreased, PA uniquely from the EU region (Nigg et al., 2021; Wunsch et al., 2021). Therefore, it becomes necessary to use a systematic approach to determine the magnitude and direction of the impact of the COVID-19 lockdowns on EU adolescent PALs. To our knowledge as of this writing, no published reviews have quantitatively isolated the impact of COVID-19 lockdowns on PA in EU adolescents.

The impact of this review will be to inform governments and similar organisations of any identified marginalized EU cohorts in need of intervention. Should it be discovered that certain countries within the EU were more successful at maintaining or improving their PALs, future research might evaluate why and how these countries improved their outcomes. Therefore, the primary aim of this systematic review and meta-analysis was to quantitatively determine the impact of the COVID-19 public health lockdown restrictions on the physical activity volume of EU adolescents aged 10-19. The

secondary aim was to differentiate the impact of the lockdowns on the PA volume of EU adolescent boys as compared with girls.

Methods

This systematic review was registered as a protocol with PROSPERO (CRD42022342649) (O'Brien & Lynch, 2022). A systematic search using database-specific vocabulary was carried out on 16 May 2022. Search terms contained the words (Physical Activity OR Exercise OR activity) AND (COVID-19 OR Covid OR Sars-cov-2 OR Coronavirus Pandemic OR Cov-19 OR 2019-ncov) AND (Adolescents OR Youth) (Appendix 1). Databases included CINAHL Complete, Medline, APA PsycInfo, AMED, EMBASE, SPORTDiscus, Web of Science, Cochrane Library and PEDro. A hand-search of the references from relevant systematic reviews and included citations was also performed.

All articles were limited to peer-reviewed studies written in English or with English translation available, published between 1 March 2020-15 May 2022. Protocols, case studies, commentaries, letters to the editor, experimental trials, pre-print, and abstract-only articles were excluded.

A PICOTS Framework (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Timeframe, Study Type) (Brown et al., 2006) was utilized to specify the inclusion and exclusion criteria as described in Table 1:

Table 1. Eligibility Criteria and PICOTS Framework

| Study Characteristics | Inclusion Criteria | Exclusion Criteria |
|-----------------------|--|---|
| Population | Healthy, typically developing adolescents aged 10-19 living in the EU | Children aged 0-9, adults 20+ Children and adolescents aged 10-19; results not separated by age Individuals living outside the EU Special populations such as elite athletes, adolescents with diabetes, obesity, and any other chronic illness. |
| Intervention | Evaluate impact of COVID-19 public health lockdown restrictions on PALs | COVID-19 pathology COVID-19 management COVID-19 susceptibility |
| Comparison | Pre-COVID PA levels vs within-COVID PA levels | No comparison between pre-COVID and within-COVID activity levels |
| Outcome | Continuous, quantitative units of measurement of PA change, e.g. minutes, distance, steps. | Categorical outcomes, e.g. meeting/not meeting WHO PA guidelines No continuous, quantitative PA measurements |
| Timeframe | March 1, 2020- May 15, 2022 | Outside the specified timeframe |
| Study Type | Longitudinal, observational, quantitative study designs | Qualitative studies Studies not in English Systematic reviews |

with data time points both Unrefereed preprint or protocol articles
pre- and within-COVID

Both self-reported and device-reported findings using valid and reliable objective measurement instruments were included due to the inherent difficulties of collecting data during the pandemic. Only continuous outcomes for measuring PA were included for meta-analysis, as it was determined that categorical data such as meeting/not meeting WHO 60 minutes per day guidelines might fail to capture any change that did not cross this threshold. Results from the search were imported into EndNote 20.3 Desktop and duplicates removed, then transferred into Covidence Online Review Management Software. The remaining articles were independently screened first by title and abstract, then by full text as required by two researchers. Any disagreements were resolved by discussion for consensus. Where relevant data was missing from the published articles, study authors were contacted by email requesting the specified data. The study was excluded if no response was received by two weeks after a second follow-up email. A PRISMA flow diagram (Moher et al., 2009) demonstrating the screening process is included in the Results section.

Quality Assessment

The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for Cohort Studies (Wells et al., 2000) which has been established for content validity and inter-rater reliability (Wells et al., 2014a), was selected for use in this review (Appendix 2). This scale was also employed in similar reviews, such as Povšič et al. (2022) and López-Valenciano et al. (2021), who examined the impact of COVID-19 restrictions on children and adolescents and university students, respectively. Quality assessment was performed independently by two researchers, followed by discussion to reach consensus. A summary table was completed for Quality Assessment (Appendix 2).

The NOS for Cohort studies divides its assessment into three categories: selection, comparability, and outcome (Wells et al., 2014b). After a tally of the stars awarded, studies were deemed good, fair, or poor quality based on the recommended NOS star thresholds. For each question, the NOS was applied to this specific review in the following way:

Table 2. Application of the NOS for Cohort Studies Quality Assessment Tool

| Category | Section | Star Allocation |
|----------------------|--|--|
| Selection | Representativeness of the exposed cohort | One star if the included cohort was a true representative or somewhat representative sample of all healthy, typically developing adolescents from the included area |
| | Selection of the non-exposed cohort | One star if the included ‘pre-COVID’ (non-exposed) cohort was representative of and drawn from the same community as the ‘during-COVID’ (exposed) cohort |
| | Ascertainment of exposure | One star if data collection included objective measures (e.g. device-reported PA measures using accelerometers) |
| | Demonstration that outcome of interest was not present at the start of the study | One star if the ‘pre-COVID’ (non-exposed) cohort was measured before 11 March 2020, the date that the WHO declared the worldwide pandemic (WHO, 2020b), and ‘during-COVID’ data was measured after 11 March, 2020. |
| Comparability | Comparability of cohorts on the basis of design or analysis controlled for confounders | An evaluation was made as to whether a significant difference in age, sex, marital status, etc., might exist between the included ‘pre-COVID’ and ‘during-COVID’ cohorts. One star if ‘pre-COVID’ cohort was comparable to ‘during-COVID’ cohort |
| Outcome | Assessment of outcome | One star if outcome measures such as objective, device-measured physical activity were included (independent blind assessment, record linkage) |
| | Was follow-up long enough for outcomes to occur | One star if the ‘during-COVID’ cohort was measured regarding a period after 11 March 2020, when the WHO declared the pandemic and public health restrictions had begun (WHO, 2020b) |
| | Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above | The declared duration of time between ‘pre-COVID’ and ‘during-COVID’ measurements was included. Star ratings are not employed by the NOS for this question. |
| | Adequacy of follow-up cohorts | One star if all subjects completed both pre-COVID and during-COVID assessments subjects lost to follow-up were deemed unlikely to introduce bias and totalled 820%. |

Data Extraction

A bespoke data extraction template was designed and agreed upon for this study, adapted from the standard Covidence data extraction template and tested for suitability. This template included study location, aim, design, data collection timeframes, data collection instrument, participant details, results, strengths, and weaknesses. Data extraction was performed independently by

two researchers, followed by a discussion for consensus. Once data extraction in Covidence was complete, the quantitative data was transferred from Covidence into Microsoft Excel for data preparation and synthesis. If data was not separated by gender, study authors were contacted to attempt to retrieve this information. Gender-specific data was left blank if study authors did not respond by two weeks after a follow-up email.

Data Preparation

All included studies used quantitative, continuous variables to measure physical activity for adolescents aged 10-19, as per the WHO definition of the adolescent age range (WHO, 2022b). These resulted in singular numbers describing daily or weekly physical activity pre-COVID and during-COVID, with standard deviations (e.g. pre-COVID: XX min/week, SD xx, post-COVID: YY min/week, SD yy).

If published data was separated by age, e.g. 11-13 and 14-17, the means, SDs and sample sizes were combined using the formulae recommended by the Cochrane Handbook (Figure 1) (Higgins & Green, 2011). These formulae combine mean, SD, and sample size into a single group as if the original group had never been divided (Higgins & Green, 2011).

| | Group 1 (e.g. males) | Group 2 (e.g. females) | Combined groups |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| Sample size | N_1 | N_2 | $N_1 + N_2$ |
| Mean | M_1 | M_2 | $\frac{N_1M_1 + N_2M_2}{N_1 + N_2}$ |
| SD | SD_1 | SD_2 | $\sqrt{\frac{(N_1 - 1)SD_1^2 + (N_2 - 1)SD_2^2 + \frac{N_1N_2}{N_1 + N_2}(M_1^2 + M_2^2 - 2M_1M_2)}{N_1 + N_2 - 1}}$ |

Figure 1. Cochrane Handbook v 5.1.0 Formulae for Combining Groups (Higgins & Green, 2011)

If the published data was separated into different types or intensities of physical activity per day or week (e.g. habitual activity and sports activity, or low-intensity and moderate-to-vigorous intensity), the means were added together to create one total daily or weekly mean. The standard deviations were summed using the equation presented in Figure 2 (Boddie, 2022).

Step 1: Name the independent random variables X and Y , and identify the standard deviations σ_X and σ_Y .

Step 2: Calculate the standard deviation of the sum of the random variables using the formula $\sigma_{X+Y} = \sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2}$.

Figure 2. Calculating the standard deviation of the sum of two independent random variables (Boddie, 2022)

Following these calculations, the prepared data was exported from Microsoft Excel into RevMan 5.4 Desktop to proceed with the meta-analysis which is described next.

Data Synthesis

A meta-analysis was planned as the primary data synthesis method for this systematic review to analyse firstly, whether the COVID-19 lockdowns significantly affected European adolescent physical activity levels, and secondly, the magnitude and direction of that effect. Studies that published changes in physical activity levels before and during COVID using continuous variables were included in this review to combine them in a Standardised Mean Difference (SMD) meta-analysis as none of the included studies utilized the same outcome measure.

First, a Fixed Effect model with 95% Confidence Intervals (CI) meta-analysis was attempted. As an I^2 of more than 50% was reported following analysis, a Random Effect Analysis model was then performed to account for the high heterogeneity. The resulting Forest Plots and overall significance from both the Fixed Effect and Random Effects models were then exported from RevMan. Based on the available extracted data, further meta-analyses were run to determine the impact of the COVID-19 lockdowns on European adolescent boys compared to girls. Fixed Effects models were run first, followed by Random Effects models when the I^2 was greater than 50%. These Forest Plots and overall significance reports were also exported for inclusion in this review.

Results

Search and Selection

Electronic database search retrieved 1397 articles, with three further articles discovered via hand search of relevant systematic reviews. After removing duplicates, 898 papers remained to be screened in Covidence for inclusion. After independent screening, five studies were included. The search and selection strategy are summarised in the Prisma diagram (Figure 3).

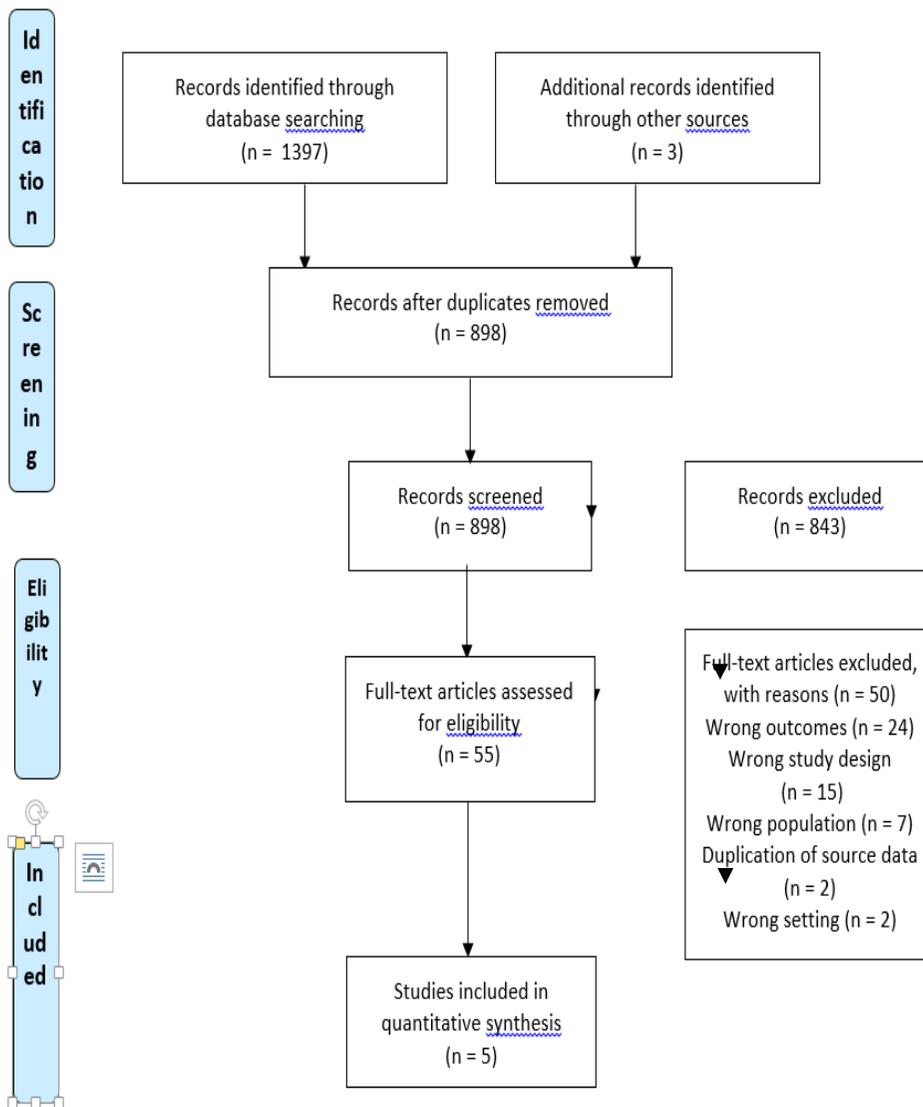


Figure 3. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA) (Moher et al., 2009)

Inter-rater reliability before discussion for consensus in the title and abstract screening was high, with a proportionate agreement of 0.92 and a Cohen's Kappa of 0.46. Inter-rater reliability during the full-text review achieved 0.80 proportionate agreement and a 0.34 score for Cohen's Kappa. These Cohen's Kappa scores illustrate the necessity of discussion after independent review to reach a final consensus for included studies.

Characteristics of Included Studies

All five included studies reported successful ethical approval from their respective relevant institutions. Three of the included studies collected data from participants living in Spain, one from Croatia, and one from Germany. Only Schmidt et al. (2020)'s German study, which included participants from the long-running Motorik-Modul study, and López-Bueno et al. (2020)'s Spanish study included participants from all areas of their respective countries rather than one specific region.

All five of the studies were non-randomized, observational studies which utilized some form of a self-report questionnaire for data collection. Two of the included studies collected data longitudinally before and during COVID-19 (Schmidt et al., 2020; Sekulic et al., 2020). The remaining three studies collected data cross-sectionally using a retrospective technique: all participants filled out their questionnaire regarding their present (within-COVID lockdowns) activity levels and completed the same questionnaire again regarding their memory of their behaviour before the onset of the COVID-19 pandemic (Carrillo-Diaz et al., 2022; López-Bueno et al., 2020; Villodres et al., 2021). Table 3 illustrates the descriptive characteristics of the included studies.

Table 3. Characteristics of Systematic Review Included Studies

| Study ID | Study Setting | Population Description & Recruitment | Study Design | Age Range | Sample Size |
|---------------------------|--|--|-------------------------------|------------------|--------------------|
| Lopez-Bueno 2020 | Spain: Spanish regions | All All adults residing in Spain with children, recruited via social media | Cross-sectional retrospective | 13-16 | 239 |
| Schmidt 2020 | Germany: 167 cities and municipalities | Wave 3 of ongoing representative sample MoMo study participants | Longitudinal | 11-17 | 747 |
| Sekulic 2020 | Croatia: Split-Dalmatia County | Secondary school students participating online, unclear recruitment | Longitudinal | 15-18 | 401 |
| Villodres 2021 | Spain: Granada & Malaga | Convenience sample of secondary school participants recruited through their school | Cross-sectional retrospective | 10-14 | 899 |
| Carrillo-Diaz 2022 | Spain: Madrid | Convenience sample of adolescent patients from private dental clinics | Cross-sectional retrospective | 11-17 | 213 |

All studies examined the same cohort of individuals for their pre- and within-COVID measurements, whether completed longitudinally or cross-sectionally. Most studies had a relatively even split of male and female participants (45-50% boys), except for Sekulic et al. (2020), which had 67.6%

boys. All five studies gathered ‘within-COVID’ data about the lockdowns in Wave 1 of the worldwide COVID-19 pandemic, dated February-August 2020 (UCD, 2021).

López-Bueno et al. (2020)’s study participants included parents of adolescents reporting on their children's PA behaviour. The remaining four study questionnaires were carried out by adolescents directly.

Quality Assessment

Quality assessment using the NOS for Cohort Studies was performed independently by two researchers, followed by a discussion for consensus. It was noted by the researchers that a joint pilot of the application of the NOS to this type of study would have been helpful in advance of completing the independent review to ensure both researchers applied the scale in the same manner.

Overall, quality was deemed ‘poor’ for 4/5 studies, with the sole exception being López-Bueno et al. (2020) which garnered a ‘fair’ rating. This ‘fair’ rating should be interpreted with caution, as this study was the only one that included parents of adolescents as participants, filling out questionnaires on behalf of their children, which could have introduced bias not captured by the NOS (López-Bueno et al., 2020). Given that most studies had a poor rating, none were individually excluded due to their quality assessment rating. See Table 4 for a summary of the outcomes of Quality Assessment using the NOS for Cohort Studies.

Table 4. Systematic Review Quality Assessment Summary

| Citation | Selection | Comparability | Outcome | Quality Rating |
|---------------------------|------------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| Lopez-Bueno 2020 | ** | ** | ** | Fair |
| Schmidt 2020 | *** | * | * | Poor |
| Sekulic 2020 | ** | * | * | Poor |
| Villodres 2021 | * | * | ** | Poor |
| Carrillo-Diaz 2022 | * | * | ** | Poor |

With regards to the representativeness of the exposed cohort, two studies earned one star each as they were deemed to be a ‘somewhat representative’ sample (López-Bueno et al., 2020; Schmidt et al., 2020). Of note, these studies included participants from all regions in their respective countries and attempted to form as representative a sample as possible. Three of the included papers were awarded zero stars as they were deemed a selected group i.e. from only a single region or a selected population such as patients from private dental clinics (Carrillo-Diaz et al., 2022; Sekulic et al., 2020; Villodres et al., 2021). Furthermore, Sekulic et al. (2020) included a sample of 67.6% boys; given the well-documented increased PALs in adolescent boys versus girls, this might have biased their results (Pearson et al., 2009).

When examining the selection of the non-exposed cohort, all five studies were awarded one star for being ‘drawn from the same community as the exposed cohort’. In each of the five studies, the pre-COVID and within-COVID measurements were taken from the same individuals. All studies were awarded zero stars in the Ascertainment of Exposure section as none utilized device-reported physical activity measures.

In the section titled ‘Demonstration that outcome of interest was not present at the start of the study’, two studies were awarded one star each as their ‘pre-COVID’ (non-exposed) cohort data was collected before 11 March 2020 (Schmidt et al., 2020; Sekulic et al., 2020). The remaining studies received zero stars as their data was collected in a cross-sectional, retrospective manner (Carrillo-Diaz et al., 2022; López-Bueno et al., 2020; Villodres et al., 2021).

All five studies were awarded one star in the Comparability of Cohorts section for “controlling for age, sex, and marital status”. In each of the five studies, the pre-COVID and within-COVID measurements were taken from the same individuals. Therefore, there can be no differences in age, sex, marital status, etc., between the pre-and within-COVID groups.

In the Assessment of Outcome section, all studies were awarded zero stars as all utilized self-reported rather than device-reported physical activity measures. All studies were assigned one star when considering if their follow-up was long enough for outcomes to occur as their ‘during-COVID’ cohorts were measured after 11 March 2020, when the WHO declared the pandemic, and public health restrictions had begun (WHO, 2020b). The duration of pre-COVID to within-COVID follow-up ranged from 0.5 months to 1.5 years.

Lastly, when examining the Adequacy of Follow-up Cohorts, three studies received one star for ‘Complete follow-up’ as their study design was cross-sectional retrospective and all participants completed the pre-COVID and within-COVID surveys during the same session (Carrillo-Diaz et al., 2022; López-Bueno et al., 2020; Villodres et al., 2021). Sekulic et al. (2020) was awarded zero stars as their source data for pre-COVID measurements had a significantly larger sample size; however, no explanation was made regarding those who did not opt to complete the within-COVID survey. Similarly, Schmidt et al. (2020) was awarded zero stars as they were noted to have a follow-up rate of less than 80%. Only 63.6% of the original MoMo Wave 3 pre-COVID participants completed the within-COVID follow-up questionnaire.

Data Extraction

One of the challenges of any proposed systematic review and meta-analysis that analyses changes in PA participation levels is that PA is measured in a myriad of ways, including meeting/not meeting WHO guidelines,

METS/week, PA min/week, PA min/day, and Physical Activity Questionnaire (PAQ) scores. Furthermore, while those who use the IPAQ outcome measure, for example, may calculate the total PA min/week and METS/week of participants, they do not always publish their data using these outcomes, nor do they always publish their raw data. When contacted to access the raw data, authors frequently did not reply to email requests. Alternatively, if they did respond, it was to deny the data requests due to a conflict with a future paper they intend to publish.

All of the included studies employed different self-reported physical activity measurement instruments. Sekulic et al. (2020) used the Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A), which provides a unique score rated from 1-5, with 5 indicating higher levels of PA. Villodres et al. (2021) used the similar Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C), also with a 1-5 scoring output. López-Bueno et al. (2020) used a unique survey with one question assigned to PA: “How many minutes of physical activity does your child usually perform weekly?” with an outcome score in PA min/week. Carrillo-Diaz et al. (2022) employed the IPAQ-SF and chose to report their results in METs/week.

In the last included study, Schmidt et al. (2020) took a different approach to measuring physical activity. Their questionnaires, a subset of the long-running Motorik-Modul study, divided PA min/day into habitual activity (HA) minutes, such as walking, gardening, and housework, or more traditional sports activity (SA) minutes, such as organised sport and non-organised activities such as running or biking. They also separated their data by age into younger adolescents (11-13 years) and older adolescents (14-17 years), necessitating data preparation calculations.

Data Preparation

Schmidt et al. (2020)’s age-separated data was first combined using the Cochrane Handbook’s recommended formulae for combining groups as if they had never been divided (Higgins & Green, 2011) and these values are presented in Table 5.

Table 5. Overall Combined Means, SDs, and Sample Sizes for Ages 11-17 Habitual Activity (HA) and Sports Activity (SA) min/day

| Schmidt 2020 Boys | Pre-HA Mean | Pre-HA SD | Pre-HA n | Pre-SA Mean | Pre-SA SD | Pre-SA n | During HA Mean | During HA SD | During HA n | During SA Mean | During SA SD | During SA n |
|-------------------|-------------|-----------|----------|-------------|-----------|----------|----------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|
| Age 11-13 | 91.8 | 68.5 | 343 | 42.6 | 27 | 343 | 111.1 | 90.2 | 343 | 29.7 | 40.9 | 343 |
| Age 14-17 | 80.3 | 65.6 | 404 | 44.6 | 30.2 | 404 | 97.2 | 90.3 | 404 | 29 | 25.6 | 404 |
| Age 11-17 | 85.58 | 67.15 | 747 | 43.68 | 28.77 | 747 | 103.58 | 90.46 | 747 | 29.32 | 33.48 | 747 |

Schmidt et al. (2020) also provided HA and SA min/day age-separated data sets divided by gender, so these calculations were also performed to combine the 11-13 and 14-17 age groups into single data sets for boys' and girls' HA and SA min/day, aged 11-17. These new means, SDs and sample sizes are presented in Tables 6 and 7.

Table 6. Boys Combined Means, SDs, and Sample Sizes for Ages 11-17 Habitual Activity (HA) and Sports Activity (SA) min/day

| Schmidt 2020 Boys | Pre-HA Mean | Pre-HA SD | Pre-HA n | Pre-SA Mean | Pre-SA SD | Pre-SA n | During HA Mean | During HA SD | During HA n | During SA Mean | During SA SD | During SA n |
|-------------------|-------------|-----------|----------|-------------|-----------|----------|----------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|
| Age 11-13 | 102.8 | 77.7 | 166 | 44.3 | 25.7 | 166 | 118.7 | 98.1 | 166 | 32.8 | 44.7 | 166 |
| Age 14-17 | 89.1 | 74.4 | 178 | 47.4 | 30.5 | 178 | 99.5 | 99.4 | 178 | 26.7 | 39.6 | 178 |
| Age 11-17 | 95.71 | 76.21 | 344 | 45.90 | 28.29 | 344 | 108.77 | 99.10 | 344 | 29.64 | 42.19 | 344 |

Table 7. Girls Combined Means, SDs, and Sample Sizes for Ages 11-17 Habitual Activity (HA) and Sports Activity (SA) min/day

| Schmidt 2020 Girls | Pre-HA Mean | Pre-HA SD | Pre-HA n | Pre-SA Mean | Pre-SA SD | Pre-SA n | During HA Mean | During HA SD | During HA n | During SA Mean | During SA SD | During SA n |
|--------------------|-------------|-----------|----------|-------------|-----------|----------|----------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|
| Age 11-13 | 81.2 | 55.2 | 177 | 41.1 | 28.1 | 177 | 104 | 81.4 | 177 | 26.7 | 36.9 | 177 |
| Age 14-17 | 73.4 | 56.9 | 226 | 42.3 | 29.8 | 226 | 95.4 | 82.6 | 226 | 30.9 | 32 | 226 |
| Age 11-17 | 76.83 | 56.22 | 403 | 41.77 | 29.04 | 403 | 99.18 | 82.08 | 403 | 29.06 | 34.26 | 403 |

After completing these calculations, Schmidt et al. (2020)'s HA and SA min/day were summed to create one daily mean PA min/day value. The standard deviations were computed using the calculations shown in Figure 2 (Boddie, 2022). These resulted in the final, prepared data set including mean PA min/day pre-COVID and during-COVID for overall boys and girls, just boys, and just girls. These new means, SDs and sample sizes can be seen in Table 8.

Table 8. Final Prepared Means, SDs, and Sample Sizes for combined Habitual Activity (HA) and Sports Activity (SA) min/day Schmidt 2020

| HA+SA | Overall Mean | Overall SD | Overall n | Boys Mean | Boys SD | Boys n | Girls Mean | Girls SD | Girls n |
|---------------------|--------------|------------|-----------|-----------|---------|--------|------------|----------|---------|
| Pre-COVID | 129.26 | 73.05 | 747 | 141.62 | 81.29 | 344 | 118.60 | 63.28 | 403 |
| During-COVID | 132.90 | 96.46 | 747 | 138.41 | 107.70 | 344 | 128.23 | 88.95 | 403 |

Following these preparatory calculations, the data from all five included studies was ready to be presented together in a table displaying the mean pre-COVID and within-COVID PALs (Table 9).

Table 9. Mean Outcomes for Pre-COVID and Within-Covid PALs

| Study ID | Units | Mean Pre-COVID | SD | n | Mean During-COVID | SD | n |
|----------------------------|-------------|----------------|--------|-----|-------------------|--------|-----|
| Carrillo -Diaz 2022 | METs/week | 856.60 | 343.50 | 213 | 332.80 | 91.60 | 213 |
| Villodres 2021 | PAQ-C | 2.87 | 0.72 | 899 | 2.33 | 0.69 | 899 |
| Lopez-Bueno 2020 | PA min/week | 162.10 | 165.30 | 239 | 86.90 | 109.30 | 239 |
| Schmidt 2020 | PA min/day | 129.26 | 73.05 | 747 | 132.90 | 96.46 | 747 |
| Sekulic 2020 | PAQ-A | 2.99 | 0.70 | 401 | 2.67 | 0.60 | 401 |

Where possible, based on published data, gender-specific data was also extracted (Tables 10 and 11).

Table 10. Mean Outcomes for Pre-COVID and Within-Covid PAL in Boys

| Study ID | Units | Mean Pre-COVID | SD | n | Mean During-COVID | SD | n |
|-----------------------|------------|----------------|-------|-----|-------------------|--------|-----|
| Villodres 2021 | PAQ-C | 3.00 | 0.73 | 415 | 2.37 | 0.72 | 415 |
| Schmidt 2020 | PA min/day | 141.62 | 81.29 | 344 | 138.41 | 107.70 | 344 |
| Sekulic 2020 | PAQ-A | 3.10 | 0.78 | 271 | 2.79 | 0.82 | 271 |

Table 11. Mean Outcomes for Pre-COVID and Within-Covid PALs in Girls

| Study ID | Units | Mean | | | Mean | | |
|----------------|------------|-----------|-------|-----|--------------|-------|-----|
| | | Pre-COVID | SD | n | During-COVID | SD | n |
| Villodres 2021 | PAQ-C | 2.78 | 0.70 | 484 | 2.29 | 0.65 | 484 |
| Schmidt 2020 | PA min/day | 118.60 | 63.28 | 403 | 128.23 | 88.95 | 403 |
| Sekulic 2020 | PAQ-A | 2.71 | 0.66 | 130 | 2.59 | 0.90 | 130 |

Overall Change in PALs

When data synthesis was performed using the Fixed Effects Model in all cases, the I^2 was >50% (see Supplementary Data, Appendix 3). Therefore, the Random Effects Model was employed and the subsequent results are described next. The Random Effects Model Forest Plot (Figure 5) illustrates the results following the analysis of PA data from boys and girls.

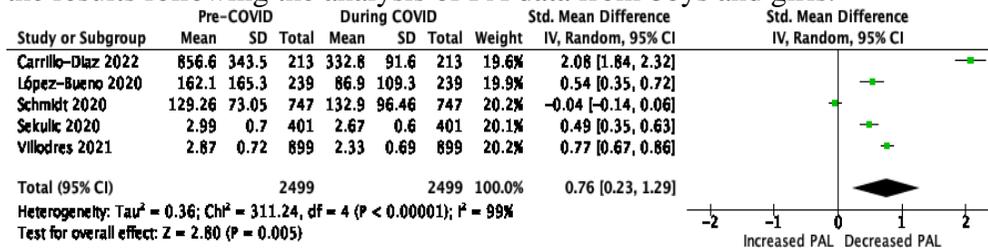


Figure 5. Random Effect Meta-Analysis Forest Plot demonstrating the SMD in pre-COVID and During-COVID PALs for Overall Boys and Girls together

In the Random Effects meta-analysis, the overall Standard Mean Difference (SMD) was significant at 0.76, with 95% CIs (0.23, 1.29; $P=0.005$, 5 studies, $n=2499$). SMDs of 0.2 are rated as small, 0.5 as medium, and 0.8 as large (Andrade, 2020). This indicates a relatively large overall effect for decreased PAL in this meta-analysis. In SMD, smaller SDs lead to higher estimates of SMD, and larger SDs lead to smaller SMD estimates (Riley et al., 2011). This is assumed to be due to between-study variation in measurement scales rather than the reliability of the outcome measures or differences in study populations (Riley et al., 2011). Individually, Schmidt et al. (2020)’s study results, which showed an overall increase in PAL, were deemed insignificant as the 95% CI crosses the line of no effect.

A strength of this meta-analysis was that all five studies were nearly equally weighted, rather than having one study responsible for most of the weighting and possibly skewing the results. This indicates that each study was deemed to have relatively similar precision (Riley et al., 2011). Overall, however, these meta-analysis results should be interpreted with caution. Firstly, the small number of included studies decreases the certainty of the

estimated mean effect (Higgins et al., 2009). Secondly, the I^2 remains high at 99%, indicating considerable heterogeneity across the included studies.

Removal of Outlying Study

When examining the results of the meta-analysis, it was observed that Carrillo-Diaz et al. (2022)’s study results were an outlier when compared with to rest of the data. This study was the only one to employ METS/week as their outcome rather than PA minutes or IPAQ scores, which may have increased the heterogeneity of this study and skewed the results. Furthermore, this study collected data from adolescents attending private dental care at a dental clinic; this may have introduced bias due to the potentially increased socioeconomic status of adolescents receiving private dental care. The meta-analysis was therefore performed again with this study removed from the calculations (Figure 6).

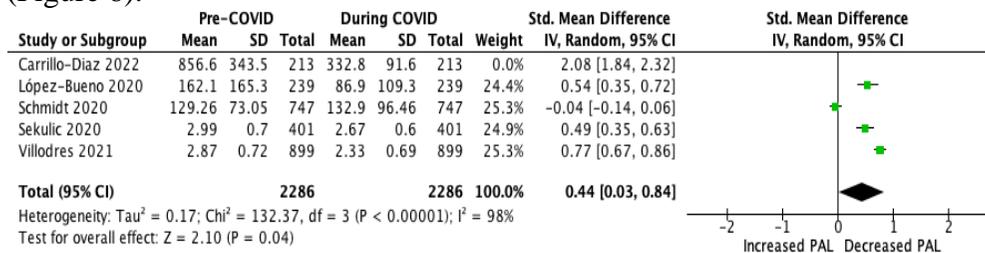


Figure 6. Random Effect Meta-Analysis Forest Plot demonstrating the SMD in pre-COVID and During-COVID PALs for Overall Boys and Girls with Carrillo-Diaz et al. (2022) removed.

In the Random Effects meta-analysis, the overall SMD remained significant at 0.44, with 95% CIs (0.03, 0.84; P=0.04, 4 studies, n=2286), though the degree of significance declined. All four included studies remained relatively equally weighted.

Change in Physical Activity Level by Gender

Next, the three studies that published separate boys’ and girls’ data were analysed. The boys’ PA data was used to run a Random Effect meta-analysis with 95% CIs, illustrated in Figure 7.

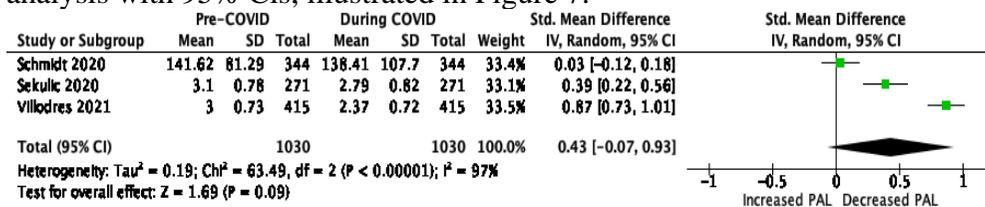


Figure 7. Random Effect Meta-Analysis Forest Plot demonstrating the SMD in pre-COVID and During-COVID PALs for Boys

In the Random Effects meta-analysis, the overall SMD was found to be 0.43 (95% CI, -0.07, 0.93; $P=0.09$, 3 studies, $n=1030$). However, as the 95% CI crosses the line of no effect, the results are not statistically significant ($p>0.05$). All three studies were equally weighted. However, the results of the meta-analysis should be interpreted with caution as the I^2 was high at 97%. The girls' PA data was then used to run a Random Effect model with a 95% CIs meta-analysis, demonstrated in Figure 8.

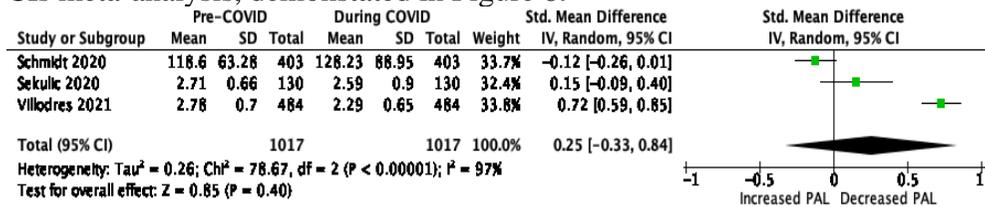


Figure 8. Random Effect Meta-Analysis Forest Plot demonstrating the SMD in pre-COVID and During-COVID PALs for Overall Girls

In the Random Effects meta-analysis, the overall SMD was 0.25 (95% CI, -0.33, 0.84; $P=0.40$, 3 studies, $n=1017$). Again, as the 95% CI crosses the line of no effect, the results are not significant ($p>0.05$). All three studies were relatively equally weighted. Once again, the results of the meta-analysis must be interpreted with caution as the I^2 was considerable at 97%.

Publication Bias

Tests for publication bias using funnel plot asymmetry were not performed as it is recommended that a minimum of 10 studies be included to ensure adequate power (Higgins & Green, 2011).

Discussion

Five studies were included in this systematic review and meta-analysis from three EU countries: Spain, Croatia, and Germany. Overall, the results showed a significant decline in within-COVID PALs for adolescents, validating concerns about future trends and health impacts for this cohort. When one study with outlier results showing more significantly decreased PALs was removed from the meta-analysis (Carrillo-Diaz et al., 2022), the results still showed a significant decline in adolescent PA. These results align with the findings from similar systematic reviews examining changes in PALs in children and adolescents worldwide (Kharel et al., 2022; Mayra et al., 2022; Neville et al., 2022; Povšič et al., 2022; Saulle et al., 2021). When the changes in PA were analyzed by gender, the results were not statistically significant but also demonstrated a general trend of decreased PALs.

Four out of five studies demonstrated an absolute decrease in adolescent PALs. The sole exception was the German study based on source

data from the Motorik-Modul study, which showed a non-significant increase in adolescent PA (Schmidt et al., 2020). This study by Schmidt et al. (2020) was based on a longitudinal representative sample of children of a variety of ages and was able to demonstrate a more significant negative impact on adolescent PALs as compared with younger children. Their results showed a decrease in Sports Activity in children of all ages alongside an increase in Habitual Activity; however, adolescents showed a more marked decline in Sports Activity and a lower improvement in Habitual Activity compared with younger children.

Dividing PA into Sports and Habitual Activity is a methodological strength of this study, as it is arguably more likely to capture changes in both moderate-to-vigorous activity levels and lower-intensity PA modalities. These lower-intensity Habitual PA modalities, such as gardening and housework, might otherwise be overlooked when participants are questioned about their PA behaviours. While Schmidt et al. (2020)'s study demonstrated an overall increase in adolescent PALs, this author would argue that their results are still concerning for future health trends. Moderate-to-vigorous activity, such as Sports Activity, is known to have greater health benefits than lower-intensity PA, such as Habitual Activity (Whooten et al., 2019). Given that the significant decline in Sports Activity is likely to encompass the majority of moderate-to-vigorous PA in an adolescent's day, it is arguable that the increase in lower-intensity Habitual Activity may not cancel out the negative impact of decreased Sports Activity.

Study Quality

Overall poor-quality assessment scores and high heterogeneity in the analysis indicate that the results should be interpreted with caution. Several overarching methodological flaws led to an increased risk of recall bias in most studies. Recall bias, a form of information bias, refers to the measurement errors that occur due to mistakes in participants' memories of an event or timeline (Hammer et al., 2009). This review included studies that exhibited an overreliance on self-reported rather than device-measured data and cross-sectional retrospective rather than longitudinal study designs.

Due to the nature of the pandemic, researchers could only gather longitudinal PA data if they had already been doing so for a different, related study. Moreover, researchers could not distribute accelerometers for participant measurements due to public health restrictions. In one case, it was deemed unethical to attempt to distribute devices to objectively measure PA during the lockdowns (Schmidt et al., 2020). Therefore, the authors' study design choices are understandable, but there still exists a high risk of recall bias, which should be kept in mind when interpreting the results. It has been noted in the research that self-reported data from adolescents was less reliable

during the pandemic and should be interpreted with more caution than usual (Cocca et al., 2021).

Several of the included studies also had a high risk of selection bias due to their reliance on convenience sampling (Lines et al., 2022). Selection bias refers to when the sample population is not a random selection from the target population and, therefore, may not be representative (Hammer et al., 2009). Again, the nature of the pandemic would have limited recruitment avenues in many cases. Carrillo-Diaz et al. (2022)'s study, for example, which collected data from adolescents attending private clinics for dental care, may have overestimated PALs as private dentistry services are known to be quite expensive (Eaton et al., 2019). This could have led to a higher-than-representative socioeconomic status of participants. Higher socioeconomic status is a known predictor of higher PALs, including during the pandemic (Nagata et al., 2022).

Two studies exhibited a high risk of non-response bias, another form of selection bias (Schmidt et al., 2020; Sekulic et al., 2020). Non-response bias occurs when there is a significant disparity in those who participate in a study compared with those who do not (Delgado-Rodríguez & Llorca, 2004) This occurred due to the high attrition (>20%) between baseline pre-COVID and within-COVID measurements that was unaccounted for. It is possible that those who did not respond to the within-COVID survey differed in PAL at baseline from those who participated fully.

Finally, for longitudinal studies such as the Motorik-Modul study, it has been demonstrated that the pre-and during-COVID measurements were often 12 months or more apart (Schmidt et al., 2020). This resulted in an age difference of participants at baseline/follow-up and may have introduced confounding bias due to the already well-documented decline in adolescent PALs with increasing age. Confounding bias is observed when an associated risk factor for the studied condition is not considered in the evaluation and may impact the results (Hammer et al., 2009). It is possible that some of the observed decreases were due to normal age-related decline and cannot entirely be attributed to lockdown effects. Sekulic et al. (2020)'s study may have exhibited a further confounding bias, as their research included significantly more boys than girls (271 versus 130), and boys have been shown to have overall higher PALs than girls (Pearson et al., 2009).

The high risk of bias indicates that these results should be interpreted with caution despite the statistically significant outcome of decreased PALs in European adolescents. Furthermore, given the observed variation in between-country results, examining country-specific lockdown factors contributing to PAL declines is warranted.

Strengths and Limitations

Strengths of this review included its ability to use meta-analysis to inform the results, as meta-analysis is known to be the highest level of recognised evidence due to its decreased overall bias (Haidich, 2010). The use of continuous measures of PA change was also a strength of this review as it ensured this meta-analysis was more likely to capture change, even in those whose PA changes did not cross the threshold of meeting/not meeting WHO guidelines.

Limitations included a low number of included studies which decreases the power of the calculations. Furthermore, this review's included studies demonstrated an over-reliance on data from Spain (3/5 studies). Spain's country-specific lockdown restrictions may have limited children's activities more than in other countries, which could have biased the overall results. All of the included studies relied on self-reported measures, which are known to overestimate PALs (Adamo et al., 2009; Hardie Murphy et al., 2015). Moreover, it has been shown that the correlation between subjectively and objectively reported PALs in adolescents is weaker during lockdown restrictions as compared with regular daily life (Cocca et al., 2021). These limitations, along with the poor overall study quality, were frequently due to the nature of the pandemic restrictions, which limited the ability for many researchers to collect data throughout this period. It is therefore recommended that caution be used when interpreting these results.

Conclusion

The aim of this systematic review and meta-analysis was to determine if the coronavirus pandemic lockdown restrictions had an impact on the PALs of European adolescents. After a thorough review and analysis, it can be concluded that the lockdowns, while necessary for public health, may have caused a significant decline in the already-poor EU adolescent PALs. When the results were analyzed by gender, a non-significant trend of decreased PA was found separately in both boys and girls.

It should be noted that overall study quality was rated 'poor', often due to restrictions inherent to the pandemic which limited researchers' ability to collect data. Caution should therefore be employed when interpreting these results.

The overall decline in adolescent PA during the lockdowns is concerning for the future wellbeing of this cohort. It validates concerns that adolescents may be even less active post-COVID-19 and that these changes in lifestyle behaviours could lead to long-term adverse effects on their health and well-being. It remains to be seen if adolescent PA will recover to pre-pandemic levels or remain lower for years to come.

Future Research and Recommendations

As more data in this area is published over time, meta-analyses including a greater number of studies might demonstrate a statistically significant trend in the impact of the lockdowns on adolescent boys and girls. These reviews might also perform an in-depth analysis of the gender disparities in the impact of the lockdowns to determine how and if adolescent boys and girls were impacted differently.

Future research might also analyze within-lockdown PALs and their relationship with overall mortality during the pandemic. If, as might be surmised, there was no negative impact of increased population PA on COVID transmission and overall mortality, an analysis of how countries such as Germany (as exhibited in Schmidt et al. (2020)'s study) maintained increased PA would be beneficial. This research could examine the nature of the public health messaging that gained compliance with restrictions yet supported PA in order to provide valuable insight for policymakers.

Physical activity interventions will be required to introduce PA to currently inactive demographics and to encourage those who were active pre-COVID to return to their habitual physical activities. An investment in the improvement of outdoor physical activity areas such as public playgrounds, parks, and fields for non-organised sports would improve PA access both immediately and in the event of future lockdowns.

Acknowledgements: The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

References:

1. Adamo, K. B., Prince, S. A., Tricco, A. C., Connor-Gorber, S., & Tremblay, M. (2009). A comparison of indirect versus direct measures for assessing physical activity in the pediatric population: a systematic review. *Int J Pediatr Obes*, 4(1), 2-27. <https://doi.org/10.1080/17477160802315010>
2. Andrade, C. (2020). Mean Difference, Standardized Mean Difference (SMD), and Their Use in Meta-Analysis. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 81(5). <https://doi.org/10.4088/jcp.20f13681>
3. Bates, L., Zieff, G., Stanford, K., Moore, J., Kerr, Z., Hanson, E., Barone Gibbs, B., Kline, C., & Stoner, L. (2020). COVID-19 Impact on Behaviors across the 24-Hour Day in Children and Adolescents: Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep. *Children*, 7(9), 138. <https://doi.org/10.3390/children7090138>

4. Boddie, K. (2022). *How to calculate the standard deviation of the sum of two random variables*. <https://study.com/skill/learn/how-to-calculate-the-standard-deviation-of-the-sum-of-two-random-variables-explanation.html>
5. Brown, P., Brunnhuber, K., Chalkidou, K., Chalmers, I., Clarke, M., Fenton, M., Forbes, C., Glanville, J., Hicks, N. J., Moody, J., Twaddle, S., Timimi, H., & Young, P. (2006). How to formulate research recommendations. *BMJ*, 333(7572), 804-806. <https://doi.org/10.1136/bmj.38987.492014.94>
6. Carrillo-Diaz, M., Ortega-Martínez, A. R., Romero-Maroto, M., & González-Olmo, M. J. (2022). Lockdown impact on lifestyle and its association with oral parafunctional habits and bruxism in a Spanish adolescent population. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 32(2), 185-193. <https://doi.org/10.1111/ipd.12843>
7. Cocca, A., Greier, K., Drenowatz, C., & Ruedl, G. (2021). Relationship between Objectively and Subjectively Measured Physical Activity in Adolescents during and after COVID-19 Restrictions. *Behavioral sciences (Basel, Switzerland)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/bs11120177>
8. Cucinotta, D., & Vanelli, M. (2020). WHO Declares COVID-19 a Pandemic. *Acta Biomed*, 91(1), 157-160. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>
9. Delgado-Rodríguez, M., & Llorca, J. (2004). Bias. *Journal of epidemiology and community health*, 58(8), 635-641. <https://doi.org/10.1136/jech.2003.008466>
10. Eaton, K. A., Ramsdale, M., Leggett, H., Csikar, J., Vinall, K., Whelton, H., & Douglas, G. (2019). Variations in the provision and cost of oral healthcare in 11 European countries: a case study. *International Dental Journal*, 69(2), 130-140. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/idj.12437>
11. EU. (2021). *European Union Country Profiles*. https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/country-profiles_en
12. Haidich, A. B. (2010). Meta-analysis in medical research. *Hippokratia*, 14(Suppl 1), 29-37.
13. Hammer, G. P., du Prel, J. B., & Blettner, M. (2009). Avoiding bias in observational studies: part 8 in a series of articles on evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int*, 106(41), 664-668. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2009.0664>
14. Hardie Murphy, M., Rowe, D. A., Belton, S., & Woods, C. B. (2015). Validity of a two-item physical activity questionnaire for assessing attainment of physical activity guidelines in youth. *BMC Public Health*, 15(1), 1080. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2418-6>

15. Higgins, J. P., Thompson, S. G., & Spiegelhalter, D. J. (2009). A re-evaluation of random-effects meta-analysis. *J R Stat Soc Ser A Stat Soc*, 172(1), 137-159. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2008.00552.x>
16. Higgins, J. P. T., & Green, S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 [updated March 2011]*. https://handbook-5-1.cochrane.org/front_page.htm
17. Islam, N., Sharp, S. J., Chowell, G., Shabnam, S., Kawachi, I., Lacey, B., Massaro, J. M., D'Agostino, R. B., & White, M. (2020). Physical distancing interventions and incidence of coronavirus disease 2019: natural experiment in 149 countries. *BMJ*, m2743. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2743>
18. John, M., Mary Rose, S., Anna Donnla, O. H., & Bronagh, M. (2022). Associations Between Self-Reported Sleep, Wellbeing and Physical Activity in Irish Adolescents. *European Scientific Journal, ESJ*, 18(8). <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n8p1>
19. Kharel, M., Sakamoto, J. L., Carandang, R. R., Ulambayar, S., Shibanuma, A., Yarotskaya, E., Basargina, M., & Jimba, M. (2022). Impact of COVID-19 pandemic lockdown on movement behaviours of children and adolescents: a systematic review. *BMJ global health*, 7(1). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-007190>
20. Koh, D. (2020). COVID-19 lockdowns throughout the world. *Occupational Medicine*, 70(5), 322-322. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa073>
21. Lines, T., Burdick, C., Dewez, X., Aldridge, E., Neal-Williams, T., Walker, K., Akhlaghi, H., Paul, B., & Taylor, D. M. (2022). Nature and extent of selection bias resulting from convenience sampling in the emergency department. *Emergency Medicine Journal*, 39(4), 325-330. <https://doi.org/10.1136/emered-2021-211390>
22. López-Bueno, R., López-Sánchez, G. F., Casajús, J. A., Calatayud, J., Gil-Salmerón, A., Grabovac, I., Tully, M. A., & Smith, L. (2020). Health-Related Behaviors Among School-Aged Children and Adolescents During the Spanish Covid-19 Confinement. *Frontiers in pediatrics*, 8, 573. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00573>
23. López-Valenciano, A., Suárez-Iglesias, D., Sanchez-Lastra, M. A., & Ayán, C. (2021). Impact of COVID-19 Pandemic on University Students' Physical Activity Levels: An Early Systematic Review [Systematic Review]. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.624567>
24. Mayra, S. T., Kandiah, J., & McIntosh, C. E. (2022). COVID-19 and health in children and adolescents in the US: A narrative systematic

- review [Article]. *Psychology in the Schools*, 1. <https://doi.org/10.1002/pits.22723>
25. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
26. Nagata, J. M., Cortez, C. A., Dooley, E. E., Iyer, P., Ganson, K. T., & Pettee Gabriel, K. (2022). Moderate-to-vigorous intensity physical activity among adolescents in the USA during the COVID-19 pandemic. *Preventive medicine reports*, 25, 101685. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2021.101685>
27. Neville, R. D., Lakes, K. D., Hopkins, W. G., Tarantino, G., Draper, C. E., Beck, R., & Madigan, S. (2022). Global Changes in Child and Adolescent Physical Activity During the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.2313>
28. Nigg, C., Oriwol, D., Wunsch, K., Burchartz, A., Kolb, S., Worth, A., Woll, A., & Niessner, C. (2021). Population density predicts youth's physical activity changes during Covid-19 - Results from the MoMo study [journal article]. *Health & Place*, 70, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102619>
29. O'Brien, T., & Lynch, A. (2022). *The impact of COVID-19 lockdown restrictions on the physical activity levels of European adolescents: a protocol for systematic review and meta-analysis*. Prospero. https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42022342649
30. Okely, A. D., Kariippanon, K. E., Guan, H., Taylor, E. K., Suesse, T., Cross, P. L., Chong, K. H., Suherman, A., Turab, A., Staiano, A. E., Ha, A. S., El Hamdouchi, A., Baig, A., Poh, B. K., Del Pozo-Cruz, B., Chan, C. H. S., Nyström, C. D., Koh, D., Webster, E. K., . . . Draper, C. E. (2021). Global effect of COVID-19 pandemic on physical activity, sedentary behaviour and sleep among 3- to 5-year-old children: a longitudinal study of 14 countries. *BMC Public Health*, 21(1), 940. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10852-3>
31. Pearson, N., Atkin, A. J., Biddle, S. J. H., Gorely, T., & Edwardson, C. (2009). Patterns of adolescent physical activity and dietary behaviours. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-45>
32. Povšič, T., Kastelic, K., & Šarabon, N. (2022). THE IMPACT OF COVID-19 RESTRICTIVE MEASURES ON PHYSICAL ACTIVITY IN CHILDREN AND ADOLESCENTS: A

- SYSTEMATIC REVIEW [Article]. *Kinesiology*, 54(1), 175-191.
<https://doi.org/10.26582/k.54.1.18>
33. Riley, R. D., Higgins, J. P. T., & Deeks, J. J. (2011). Interpretation of random effects meta-analyses. *BMJ*, 342, d549.
<https://doi.org/10.1136/bmj.d549>
34. Saulle, R., Minozzi, S., Amato, L., & Davoli, M. (2021). [Impact of social distancing for covid-19 on youths' physical health: a systematic review of the literature.]. *Recenti progressi in medicina*, 112(5), 347-359. <https://doi.org/10.1701/3608.35872>
35. Schmidt, S. C. E., Anedda, B., Burchartz, A., Eichsteller, A., Kolb, S., Nigg, C., Niessner, C., Oriwol, D., Worth, A., & Woll, A. (2020). Physical activity and screen time of children and adolescents before and during the COVID-19 lockdown in Germany: a natural experiment [Article]. *Scientific Reports*, 10(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-78438-4>
36. Schmidt, T., & Pawlowski, C. S. (2021). Physical Activity in Crisis: The Impact of COVID-19 on Danes' Physical Activity Behavior. *Frontiers in sports and active living*, 2, 610255.
<https://doi.org/10.3389/fspor.2020.610255>
37. Sciacchitano, S., & Bartolazzi, A. (2021). Transparency in Negotiation of European Union With Big Pharma on COVID-19 Vaccines [Opinion]. *Frontiers in public health*, 9(95).
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.647955>
38. Sekulic, D., Blazevic, M., Gilic, B., Kvesic, I., & Zenic, N. (2020). Prospective Analysis of Levels and Correlates of Physical Activity during COVID-19 Pandemic and Imposed Rules of Social Distancing; Gender Specific Study among Adolescents from Southern Croatia. *Sustainability*, 12(10), 4072. <https://doi.org/10.3390/su12104072>
39. Silvia Isela Ramírez, E., Juan Cristóbal Barrón, L., Leopoldo Refugio López, B., Luis Alberto López, R., Gilberto Santos, S., & Alicia Rodríguez, G. (2023). Degree of Physical Activity in University Teachers Before and During the COVID-19 Pandemic. *European Scientific Journal*, ESJ, 19(3).
<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p179>
40. Slingerland, M., Borghouts, L. B., & Hesselink, M. K. C. (2012). Physical Activity Energy Expenditure in Dutch Adolescents: Contribution of Active Transport to School, Physical Education, and Leisure Time Activities. *Journal of School Health*, 82(5), 225-232.
<https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2012.00691.x>
41. Stockwell, S., Trott, M., Tully, M., Shin, J., Barnett, Y., Butler, L., McDermott, D., Schuch, F., & Smith, L. (2021). Changes in physical activity and sedentary behaviours from before to during the COVID-

- 19 pandemic lockdown: a systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 7(1), e000960. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000960>
42. Tatar, M., Shoorekchali, J. M., Faraji, M. R., & Wilson, F. A. (2021). International COVID-19 vaccine inequality amid the pandemic: Perpetuating a global crisis? *Journal of Global Health*, 11. <https://doi.org/10.7189/jogh.11.03086>
43. Telama, R. (2009). Tracking of Physical Activity from Childhood to Adulthood: A Review. *Obesity Facts*, 2(3), 187-195. <https://doi.org/10.1159/000222244>
44. UCD. (2021). *The pandemic one year on: trends and statistics between three waves of the COVID-19 pandemic in Ireland*. <https://publicpolicy.ie/papers/the-pandemic-one-year-on-trends-and-statistics-between-three-waves-of-the-covid-19-pandemic-in-ireland/>
45. Villodres, G. C., García-Pérez, L., Corpas, J. M., & Muros, J. J. (2021). Influence of Confinement Due to COVID-19 on Physical Activity and Mediterranean Diet Adherence and Its Relationship with Self-Esteem in Pre-Adolescent Students. *Children*, 8(10), 848. <https://doi.org/10.3390/children8100848>
46. Wells, G., Shea, B., O'Connell, D., Peterson, J., Welch, V., Losos, M., & Tugwell, P. (2014a). *Newcastle-Ottawa quality assessment scale cohort studies*. https://www.ohri.ca//programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
47. Wells, G., Shea, B., O'Connell, D., Peterson, J., Welch, V., Losos, M., & Tugwell, P. (2014b). *Newcastle-Ottawa quality assessment scale cohort studies*. *University of Ottawa*.
48. Wells, G. A., Shea, B., O'Connell, D., Peterson, J., Welch, V., Losos, M., & Tugwell, P. (2000). The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses.
49. WHO. (2020a, 26 November 2020). *Physical Activity*. World Health Organization. Retrieved 9 October from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
50. WHO. (2020b). *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020*. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
51. WHO. (2020c). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf>

52. WHO. (2022a). *85% of adolescent girls don't do enough physical activity: new WHO study calls for action.* <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/physical-activity/news/news/2022/3/85-of-adolescent-girls-dont-do-enough-physical-activity-new-who-study-calls-for-action>
53. WHO. (2022b). *Adolescent Health.* https://www.who.int/health-topics/adolescent-health#tab=tab_1
54. Whooten, R., Kerem, L., & Stanley, T. (2019). Physical activity in adolescents and children and relationship to metabolic health. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, 26(1), 25-31. <https://doi.org/10.1097/med.0000000000000455>
55. Wunsch, K., Kienberger, K., & Niessner, C. (2022). Changes in Physical Activity Patterns Due to the Covid-19 Pandemic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 19(4), 2250. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042250>
56. Wunsch, K., Nigg, C., Niessner, C., Schmidt, S. C. E., Oriwol, D., Hanssen-Doose, A., Burchartz, A., Eichsteller, A., Kolb, S., Worth, A., & Woll, A. (2021). The Impact of COVID-19 on the Interrelation of Physical Activity, Screen Time and Health-Related Quality of Life in Children and Adolescents in Germany: Results of the Motorik-Modul Study. *Children (Basel, Switzerland)*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/children8020098>
57. Zaccagni, L., Toselli, S., & Barbieri, D. (2021). Physical Activity during COVID-19 Lockdown in Italy: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 18(12), 6416. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126416>

Supplemental Material

Appendix 1: Search Strategy

EBSCO Database searched from 01/03/2020 to 15/05/2022 including Academic Search Complete, AMED, CINAHL Complete, Health Source: Nursing/Academic Edition, MEDLINE, APA PsycInfo, and APA PsycArticles.

| Search ID# | Search Terms | Results ('hits') |
|------------|--|------------------|
| S6 | S1 AND S2 AND S3 Limiters: Full Text | (1281) |
| S5 | S1 AND S2 AND S3 Limiters: English | (1361) |
| S4 | S1 AND S2 AND S3 | (1412) |
| S3 | “Adolescent” or “Teenager” or “Young Adult” or “Teen*” or “Youth” Limiters: Title or Abstract, Peer Reviewed | (206,868) |
| S2 | “COVID-19” or “Covid” or “Sars-cov-2” or “coronavirus pandemic” or “Cov-19” or “2019-ncov” Limiters: Title or Abstract, Peer Reviewed | (407,352) |
| S1 | “Physical Activity” or “Exercise” or “Activity” Limiters: Title or Abstract, Peer Reviewed | (883,280) |

EMBASE Database searched from 01/03/2020 to 15/05/2022

| Search ID# | Search Terms | Results ('hits') |
|------------|---|------------------|
| S4 | S1 AND S2 AND S3 | (116) |
| S3 | “Child” or “Adolescent” or “Childhood” or “Juvenile” Limiters: Title or Abstract | (21,151) |
| S2 | “Coronavirus Disease 2019” or “pandemic” Limiters: Title or Abstract | (32,546) |
| S1 | “Physical Activity” or “Exercise” Limiters: Title or Abstract | (15,024) |

Appendix 2: Newcastle-Ottawa Quality Assessment Form for Cohort Studies (Wells et al., 2014a)

Newcastle-Ottawa Quality Assessment Form for Cohort Studies

Note: A study can be given a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) Truly representative *(one star)*
 - b) Somewhat representative *(one star)*
 - c) Selected group
 - d) No description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non-exposed cohort
 - a) Drawn from the same community as the exposed cohort *(one star)*
 - b) Drawn from a different source
 - c) No description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) Secure record (e.g., surgical record) *(one star)*
 - b) Structured interview *(one star)*
 - c) Written selfreport
 - d) No description
 - e) Other
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) Yes *(one star)*
 - b) No

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis controlled for confounders
 - a) The study controls for age, sex and marital status *(one star)*
 - b) Study controls for other factors (list) _____ *(one star)*
 - c) Cohorts are not comparable on the basis of the design or analysis controlled for confounders

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) Independent blind assessment *(one star)*
 - b) Record linkage *(one star)*
 - c) Selfreport
 - d) No description
 - e) Other
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) Yes *(one star)*
 - b) No

Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above: _____
- 3) Adequacy of follow-up of cohorts
 - a) Complete follow-up- all subject accounted for *(one star)*
 - b) Subjects lost to follow up unlikely to introduce bias- number lost less than or equal to 20% or description of those lost suggested no different from those followed. *(one star)*
 - c) Follow up rate less than 80% and no description of those lost
 - d) No statement

Thresholds for converting the Newcastle-Ottawa scales to AHRQ standards (good, fair, and poor):

Good quality: 3 or 4 stars in selection domain AND 1 or 2 stars in comparability domain AND 2 or 3 stars in outcome/exposure domain

Fair quality: 2 stars in selection domain AND 1 or 2 stars in comparability domain AND 2 or 3 stars in outcome/exposure domain

Poor quality: 0 or 1 star in selection domain OR 0 stars in comparability domain OR 0 or 1 stars in outcome/exposure domain

Appendix 3: Fixed Effect Meta-Analysis Models

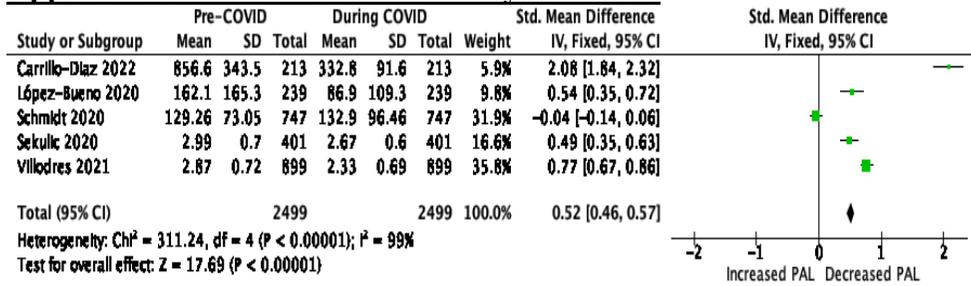


Figure 9. Fixed Effect Meta-Analysis Forest Plot demonstrating the SMD in pre-COVID and During-COVID PALs for Overall Boys and Girls together

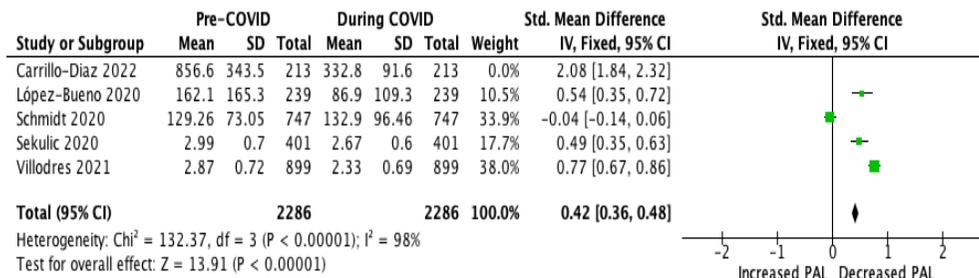


Figure 10. Fixed Effect Meta-Analysis Forest Plot for Overall Boys and Girls together with the Carrillo-Diaz outlier study removed.

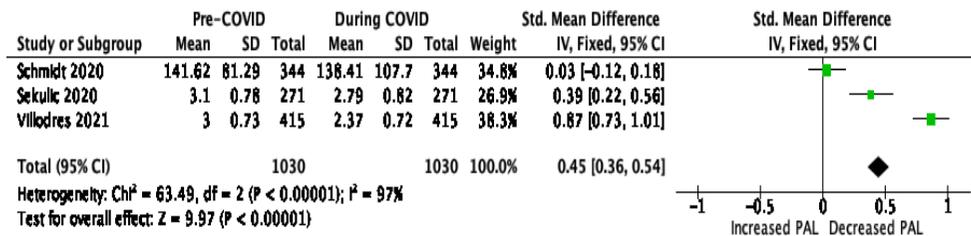


Figure 11. Fixed Effect Meta-Analysis Forest Plot demonstrating the SMD in pre-COVID and During-COVID PALs for Boys

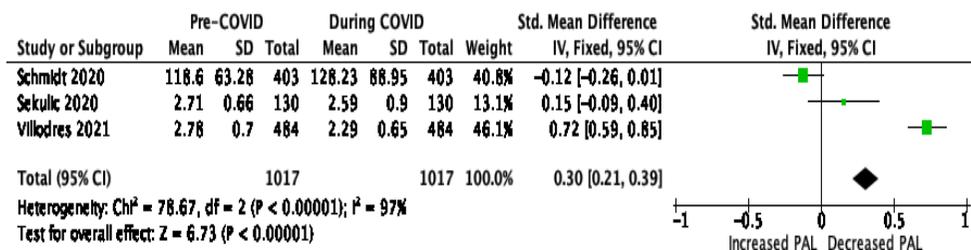


Figure 12. Fixed Effect Meta-Analysis Forest Plot demonstrating the SMD in pre-COVID and During-COVID PALs for Girls



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Beneficial Farming Practices and Assistive Technologies for Veterans and Limited Resource Farmers

Paula E. Faulkner, Ph.D.

Robert Cobb, Jr. Ph.D.

Osei Yeboah, Ph.D.

North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

Shon Smith, Ph.D.

University of the Cumberland, USA

Tamirah Cox, Graduate Student

North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p33](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p33)

Submitted: 12 June 2023

Accepted: 13 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Faulkner P.E., Cobb Jr. R., Yeboah O. Smith S. & Cox T.(2023). *Beneficial Farming Practices and Assistive Technologies for Veterans and Limited Resource Farmers*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 33. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p33>

Abstract

Farmers need support. Along with financial support, there is a need to receive knowledge, skills, and resources to address how to perform safe farming practices, including physical and mental health limitations. This study assessed participants' knowledge and beliefs related to critical farming practices needed to live safe and sustainable lifestyles. Workshops were delivered face-to-face and online, covering a range of farming practice topics such as assistive technologies and mental health. Data were collected via online surveys. Results found that respondents needed more information on Farm Safety and Health, and many reported little energy and feelings of hopelessness. It was concluded that participants would benefit from more specialized training to be sustainable. Recommendations for future studies include more workshops and training programs based on education and demonstrations on how best to live healthy and safe lifestyles.

Keywords: Limited resource farmers, mental health, physical challenges, technology skills, sustainability

Introduction

Agriculture relies on global trade. The human population is on track to approach 10 billion people by 2050; agriculture is poised to continue growing to meet high food demands. In addition, farming creates more jobs, beginning with farmers and with farm equipment makers, food processing plants, transportation, infrastructure, and manufacturing (Dotson, 2018). While farming has many benefits for farmers there are risks, such as extensive labor in order to meet farming production demands. Farm operators' demand is even greater in rural areas, who often rely on family members and farm workers. In recent years, it has been reported how economic factors, climate, natural disasters, and trade policies have taken a toll on farmers' lifestyles, physically and mentally. In addition, the 2020 coronavirus pandemic and related COVID-19 financial strains have added to farmers' existing stressors and mental distress (American Psychological Association, 2020).

To address these challenges, today's farmers must be more empowered to improve their incomes, which can be complex, as farming families rarely earn money from a single source. Ultimately, improving incomes is to improve one's quality of life. Farming communities also rely on access to essential public services such as water, health, and education (Sustainable Food Lab, 2020). In North Carolina, rural residents often lack access to information to allow them to live sustainable lifestyles. Researchers, educators, and rural health providers are encouraged to collaborate on projects like this study to address farmers' needs.

Individuals living in rural areas often face limited access to resources and information, allowing them to lead sustainable lifestyles. Watkins (2018) shared that many rural counties in the United States—including North Carolina—are on life support. They are struggling with shrinking and aging populations, shuttered businesses, disappearing job bases, and a general sense of hopelessness. Nevertheless, while their plight may be common knowledge, there is little consensus about how this situation can be resolved.

Training programs and site visits have often proven popular for educating farmers on how to develop business plans and marketing tools and increase crop yields. However, training programs regarding types of proper farming practices and the use of assistive technologies are often overlooked or limited, which can often lead to severe results such as injuries.

Olabisi, et al., (2020) conducted a study with beginning farmers to understand their farm operation management and technology use as well as other challenges faced during farming. They reported that while training programs for farmers have worked, more is needed to help address rural food insecurity, and to recruit and train younger farmers. They also found that evaluating training programs and evidence for individual or collective impact

is sparse. In a similar study conducted by Weingarten, it was found that “farming has always been a stressful occupation because many of the factors that affect agricultural production are largely beyond the control of the producers” (2018, p. 1).

Another topic of interest related to farmers would be assistive technologies. Rose et al. (2005) shared, “Over the years, evolving technologies have revolutionized the way we do business, communicate, make war, farm, and provide medical treatment” (p.1). For instance, farmers and ranchers with disabilities who seek assistive technologies can face even more challenges because of their work statuses, farm or ranch assets, and the accommodations they may need to continue working in production agriculture (Tachau, 2022). In 2005, the Canadian Agricultural Safety Association identified financial insecurity, changing government policies, disease epidemics, expectations by family members, physical health changes, balancing on- and off-farm work, and relationship difficulties as farmers' stressors that can influence overall mental health (Hagen et al., 2021). Many farmer stressors are related to pressing financial and legal challenges. In addition, farmers face situations that are often out of their control, such as fluctuating market prices, which lead to financial concerns and instability; pressures due to uncertainty over trade and tariff policies; ongoing consolidation of the farming industry, which limits the number of options available to farmers for buying and selling products; and constantly changing production conditions, including weather, natural disaster, floods, droughts, pests, and diseases (American Psychological Association, 2020). Regarding technology and assistive technologies, many organizations have developed adaptable tools and materials that could be used among farm and ranch families.

According to a 2019 American Farm Bureau Federation survey, a substantial majority of farmers/farmworkers think financial issues (91%), fear of losing the farm (87%), and farm or business problems (88%) impact the mental health of farmers. The emotional well-being of farmers and their families is intimately intertwined with farming needs. It is important to note that while sensitive to discuss, the suicide rates of Americans in all demographics have been on the rise over the last 30 years, and farmers have the highest rate of suicide than any other occupation – five times that of the rest of the U.S. population (Perdue, 2018).

Alarmingly, at least 15 million rural residents struggle with mental illness, substantial substance addiction, and or psychiatric conditions (Mohatt, n.d.). While farmers have among the highest suicide rates in the U.S., they typically fail to seek help when struggling with mental health. Common reasons include 1-Feelings that they should handle any situation on their own, including emotional distress or personal struggles; 2-Concerns that mental health professionals would not understand their needs or the types of problems

they face due to the nature of their work as farmers; and 3-Concerns that mental health care services cost too much or that nobody will be able to help them “fix” what’s wrong.

While veterans and limited resource farmers in North Carolina began as the main focus of this project, the researchers found a need to expand the study to individuals outside of North Carolina as it is important to note that these issues within agriculture are nationwide, such as the U.S. facing food security and food diversity (Akhrum-Lodhi & Kay, 2009). Along with farmers, military veterans are becoming increasingly interested in agricultural endeavors. The correlation between agriculture and the military is regarded as a "deep historical heritage" (Besterman-Dhah et al., 2015; Kyle, 2018). Additionally, it [addressing farmer’s needs] is most pertinent since North Carolina’s highest ranked industry is agriculture. North Carolina’s hardworking farmers produce cotton, soybeans, peanuts, hogs and pigs, nursery products, aquaculture products, and others (Stroop, 2015).

Due to the state’s high ranking in producing agricultural products and the manual work involved, farmers are prone to increased injuries and other concerns (i.e., physical, mental, and health). We understand that educational training and site visits to conduct demonstrations are popular for showing farmers how to develop business plans, increase crop yields, and use marketing tools. However, information and resources regarding proper farming practices and types of and uses of assistive technologies are often overlooked or limited, which can result in higher incidences of injuries.

Purpose and aims of the study

The study's primary purpose was to assess and farming practices and assistive technologies most beneficial for veterans and farmers to lead sustainable lifestyles. The following aims guided the study:

Aim 1-Assess participants’ self-reported knowledge and beliefs related to farming practices.

Aim 2-Determine participants’ self-reported educational training and resource needs to live sustainable lifestyles.

Methods

This descriptive quantitative study was conducted from September 2020 to June 2021. The study’s targeted audience were veterans who are either currently farming or have expressed an interest in farming, limited resource farmers, and others with farming interests in North Carolina.

Participants were recruited using a variety of methods. Flyers and emails were sent to members of veteran farmer groups, farm cooperative groups, cooperative extension listservs, and small farmer groups, with assistance from farm-related organizations’ social networks, as well as Word-

of-mouth. The use of the word-of-mouth communication method for recruiting farmers was beneficial and continues to be successful (Mattern, 2023), who used the method for recruitment purposes in various farmer networks. As a result, individuals interested in participating in the workshops were required to pre-register by a set deadline using their full name and email. Once registered, the workshop Zoom link was emailed.

The program offered, two, one-day workshops. One was delivered via face-to-face (F2F) and online (Zoom) on May 1, 2021 with 35 participants. The second workshop was delivered online (Zoom), only on June 22, 2021 with 45 participants who had not attended the first workshop.

During the two one-day workshops, speakers covered a range of topics related to safe farming practices. Table 1 includes a brief description of each workshop topic presented. The selection of topics was based on previous workshops for the targeted group and a review of literature and researchers' awareness of needed educational topics most expressed by farmers. For example, assistive technology (AT) was covered and is defined as any item, piece of equipment, or product system, whether acquired commercially, modified, or customized, that is used to increase, maintain, or improve the functional capabilities of individuals with disabilities (U.S. Department of Education, 2019).

An IRB-approved online survey (Study #19-0117) was then sent to the 80 individuals who participated in any of the two workshops. These participants were from various farming and non-farming backgrounds, with various levels of knowledge, skills, and needs for farm safety and sustainability. The online survey (Qualtrics) was developed with closed-ended, 4-point Likert type (1=Always, 2=Sometimes, 3=Never, 4=Unsure) questions and open-ended questions allowing participants to self-report their knowledge and beliefs on farming practices and future topics for educational and resource needs with the best methods of receiving information.

Table 1. Workshop Topics Aligned with the Study Aims

| Workshop Topic | Study Addressed | Aim | Description |
|----------------------|-----------------|-----|---|
| Assistive Technology | Aim 1 | | Any item, piece of equipment, or product system, whether acquired commercially, modified, or customized, that is used to increase, maintain, or improve the functional capabilities of individuals with disabilities. (U.S. Department of Education, 2019). |
| Agromedicine | Aim 1 | | Involves the study and treatment of human health related to agriculture. The |

| | | | |
|--------------------|---------------|-------|---|
| Heirs' utilization | Property/Land | Aim 2 | application of medical and agricultural sciences to promote the health and safety of farm families, agricultural workers, and consumers of agricultural products. Refers to a home or land that passes from generation to generation. This unstable form of ownership limits a family's ability to build generational wealth and hampers the efforts of nonprofits and cities to revitalize neighborhoods. |
| Mental health | | Aim 2 | Is "a state of well-being in which the individual realizes their own abilities, and can cope with the normal life stresses, to work productively, while being able to make a contribution to their communities. |

Data Collection and Analysis

Upon completion of the workshops, the survey was distributed to the 80 participants via email. After one week of the first delivery, non-respondents were sent follow-up reminder emails to encourage survey completion. In a study conducted to gain farmers' input by Sufi and team (2018), they used follow-up emails and reported the benefit of collecting feedback soon after workshop completion. The data were analyzed using IBM SPSS v 27, and findings were reported primarily using descriptive statistics such as frequencies and percentages. Analyses also included t-tests and Chi-square tests where appropriate, and conclusions were based on a 5% level of significance.

Resultts

Of the 80 participants who were sent the online survey, 37 (46% response rate) completed the survey. Demographic information of the respondents is displayed in Table 2.

Most (78%) respondents self-reported as female and African American. The respondents were also older adults; most (62%) were over the age of 45. The majority (68%) of the participants reported residing in North Carolina, with the remaining residing in Alabama, Georgia, New Mexico, and Virginia.

Table 2. Respondents' demographic information

| Characteristic | Item | F N=37 | % |
|----------------------------|------------------------------|-----------|------|
| Gender | Female | 29 | 78.4 |
| | Male | 8 | 21.6 |
| Ethnicity/Race | African American | 29 | 78.4 |
| | Caucasian | 2 | 5.4 |
| | Multi-Ethnic | 2 | 5.4 |
| | Prefer not to answer | 2 | 5.4 |
| Age | 18-24 | 1 | 2.7 |
| | 25-35 | 8 | 21.6 |
| | 36-45 | 4 | 10.8 |
| | 46-55 | 11 | 29.7 |
| | 56-65 | 6 | 16.2 |
| | 66+ | 6 | 16.2 |
| | Prefer not to answer | 1 | 2.7 |
| State of Residence n=28 | North Carolina | 19 | 67.9 |
| | Non-North Carolina residents | 9 | 32.1 |

Table 3 below gives the distribution of respondents' farming status and the types of crops they grew or the types of farming they currently practice. When we asked respondents if they currently farm or not, a majority (59.5%) reported not currently farming. Over 60% of females and 50% of males reported that they do not currently farm. Their farming status was not related to their gender ($p>0.05$). Similarly, ethnicity did not appear to farming status (distribution was similar across ethnic groups, $p>0.05$).

Types of crops and production reported include most respondents indicating field crops (42.9%), followed by livestock, trees, and vegetables (21.4% each), and fewer (2%) reporting swine, dairy, poultry, agritourism/value-added, and worms. Many respondents reported more than one type of crop/production.

Table 3. Respondents' Farming demographics

| Demographic | Item | F | % |
|------------------------------------|-------------|----|------|
| Farming Status n=37 | No | 22 | 60 |
| | Yes | 7 | 19 |
| | Missing | 8 | 22 |
| Crops and Production types n=14 | Field Crops | 6 | 42.9 |

| | | | |
|--|---------------------------|---|------|
| | Livestock | 3 | 21.4 |
| | Trees | 3 | 21.4 |
| | Vegetables | 3 | 21.4 |
| | Swine | 1 | 7.1 |
| | Dairy | 1 | 7.1 |
| | Poultry | 1 | 7.1 |
| | Agritourism & value added | 1 | 7.1 |
| | Worms | 1 | 7.1 |

Results for Aim 1

We asked respondents about their knowledge and beliefs for the use of Assistive Technologies. It was found that most (over 70%) were mostly aware of the term and state and federal agencies providing assistive technologies. Many (40%) respondents reported difficulty performing daily activities, and most (over 50%) said they would benefit from equipment to assist with mobility and apps to organize and remember daily tasks.

Table 4. Respondents' Reports on Assistive Technologies

| Question n=37 | Always f(%) | Sometimes f(%) | Never f(%) | Unsure f(%) |
|--|----------------|-------------------|---------------|----------------|
| When I hear the term "assistive technology," I am familiar with its purpose. | 14 (43.8) | 11(34.4) | 1(3.1) | 6(18.8) |
| I am aware that there are state and federal agencies that provide assistive technology. | 18(56.3) | 12(37.5) | - | 2(6.3) |
| I often experience difficulty performing daily activities without receiving needed assistance. | 3(9.4) | 10(31.3) | 19(59.4) | - |
| I would benefit from equipment to assist with mobility (climbing, bending, stepping, walking). | 8(25.0) | 9(28.1) | 13(40.6) | 2(6.3) |
| I would benefit from apps to assist with organizing and remembering daily tasks. | 8(25.0) | 15(46.9) | 9(28.1) | - |

Table 5 provides respondents' knowledge and beliefs on Agromedicine. With a few exceptions, almost everyone (over 80%) reported a need for someone to check on them while they work on the farm, either always or sometimes. Similarly, almost everyone reported the importance of having a farm emergency plan (100% always or sometimes), wearing hearing protection and eye protection (over 90% always or sometimes), and visiting the doctor for routine and preventive check-ups (100% always or sometimes).

Table 5. Respondents' Reports on Agromedicine

| Question n=31 | Always f(%) | Sometimes f(%) | Never f(%) | Unsure f(%) |
|---|----------------|-------------------|---------------|----------------|
| How often should someone check on how you are working on your farm? | 12(38.7) | 14(45.2) | 3(9.7) | 2(6.5) |
| How important is it for you to have a plan in place in case of a farm emergency? | 29(93.5) | 2(6.5) | - | - |
| How important is it for you to wear hearing protection when operating farm machinery? | 26(83.9) | 3(9.7) | 1(3.2) | 1(3.2) |
| How often do you believe you should wear eye protection when working on the farm? | 26(83.9) | 5(16.1) | - | - |
| How often do you believe it is necessary to visit a doctor for routine or preventive check-ups during a year? | 27(87.1) | 4(12.9) | - | - |

Results for Aim 2

When asked to share their knowledge and beliefs on heirs' property and land utilization, most (over 75%) respondents reported being aware (Always or sometimes) of the meaning and had an understanding of the land utilization rules. Some (about 25%) reported being unaware that the selling of their land requires a unanimous decision by all legal owners (See Table 6).

Table 6. Respondents' beliefs and understanding of Heirs' Property

| Question n=31 | Always f(%) | Sometimes f(%) | Never f(%) | Unsure f(%) |
|---|----------------|-------------------|---------------|----------------|
| I believe land owned by multiple people, each of whom inherited their share, is considered Heirs' Property. | 26 (83.9) | 2(6.5) | 2(6.5) | 1(3.2) |
| If one sells their land, it is Heirs Property and requires a unanimous decision by all legal owners. | 18(58.1) | 5(16.1) | 4(12.9) | 4(12.9) |
| The Uniform Partition of Heirs' Property is helpful for all Heirs' property landowners to know. | 26(83.9) | 2(6.5) | 1(3.2) | - |

Table 7 provides respondents' thoughts on Mental Health. Most respondents did not have concerns regarding alcohol or being easily startled. However, some (about 20%) reported feeling numb or detached from their surroundings, being down, or depressed. Many (over 60%) reported experiencing little energy or being tired (always or sometimes) during the past month. When asked about their feelings of hopelessness during the past

month, several (30%) responded Always or Sometimes. The distributions were similar for males and females.

Table 7. Respondents' Reports on Mental Health

| Question n=31 | Always f(%) | Sometimes f(%) | Never f(%) | Unsure f(%) |
|--|----------------|-------------------|---------------------------------|----------------|
| Over the past month, had nightmares about or thoughts about drinking alcohol when you did not want to? | 1(3.2) | 1(3.2) | 28(90.3) (F-75.9, M-75.0) | 1(3.2) |
| Over the past month, were constantly on guard, watchful or easily startled? | 1(3.2) | 4(12.9) | 25(80.6) (F-69.0, M-62.5) | 1(3.2) |
| Over the past month, felt numb or detached from others, activities, or your surroundings? | 1(3.2) | 6(19.4) | 22(71.0) | 2(6.5) |
| Over the past month, how often have you been bothered by feeling down, depressed, or hopeless? | 1(3.2) | 8(25.8) | 20(64.5) | 2(6.5) |
| Over the past month, how often have you been bothered by feeling tired or having little energy? | 3(9.7) | 16(51.6) | 12(38.7) | - |
| Over the past month, how often have you been bothered by feeling bad about yourself – or that you are a failure and have let your family or yourself down? | 2(6.5) | 5(16.1) | 24(77.4) | - |

We asked respondents to share their preference for receiving new information, and the majority (90.6%) reported a preference for face-to-face, followed by conferences (78.1%), Field Days (65.6%), and Computers (email) (62.5%). Very few (9.4%) preferred Zoom meetings (see Table 8).

Table 8. Respondents' Reported Preference for receiving new information

| Response n=32 | F | % |
|----------------------------------|----|------|
| Face-to-Face | 29 | 90.6 |
| Conferences | 25 | 78.1 |
| Field Days | 21 | 65.6 |
| Computers (email): | 20 | 62.5 |
| Media (news, radio, podcast) | 13 | 40.6 |
| Social media (Facebook, Twitter) | 12 | 37.5 |
| Letters (US Postal Service) | 6 | 18.7 |
| Zoom | 3 | 9.4 |
| Mixture of several types | 1 | 3.1 |

Table 9 displays preferred need of training topics by respondents. Most (24%) shared drones for farm surveillance, followed by tax preparation (20%) and farm safety (12%). Fewer (8%) reported the need for health and the use of technology.

Table 9. Respondents' Reported Preference for training topics

| Response n=25 | f | % |
|---|----|----|
| Drones for (farm surveillance, education) | 6 | 24 |
| Tax preparation | 5 | 20 |
| Farm safety | 3 | 12 |
| Health, use of technology in agriculture | 2 | 8 |
| Beekeeping | 20 | 80 |
| Use of Zoom | 1 | 4 |
| Funding | 1 | 4 |
| Computer Use | 1 | 4 |
| Insurance | 1 | 4 |
| Business Plans | 1 | 4 |
| Marketing | 1 | 4 |
| Grant Writing | 1 | 4 |
| Applying for Loans | 1 | 4 |
| USDA Programs | 1 | 4 |
| Women in Farming and Agriculture | 1 | 4 |
| Land Ownership | 1 | 4 |
| Heir's Property | 1 | 4 |
| Forest Management | 1 | 4 |
| Pesticide Certification | 1 | 4 |
| Care for handicapped Adults and Children | 1 | 4 |
| Farming Equipment | 1 | 4 |
| Farmland Utilization | 1 | 4 |
| Financial Planning | 1 | 4 |
| Use of social media | 1 | 4 |

Table 10 details what resources respondents would like to receive to assist with their farming operations. Most (50%) reported grant writing and developing business plans for African American female farmers, followed by applying for loans (25%) and hemp production (20%). Few (10%) reported a need for tax preparation.

Table 10. Respondents' Reported Need for Resources for their Farming Operations

| Response n=20 | f | % |
|---|----|----|
| Grant writing, business plans for (African American female farmers) | 10 | 50 |
| Loans | 5 | 25 |
| Hemp production | 4 | 20 |
| Business plans | 3 | 15 |
| Tax preparation | 2 | 10 |
| Operating community gardens for nonprofits | 6 | 30 |
| Hiring Workers | 1 | 5 |

| | | |
|------------------------------|---|---|
| Latest Technology | 1 | 5 |
| Heirs' Property | 1 | 5 |
| Government Networking | 1 | 5 |
| Selecting best crops to grow | 1 | 5 |

Discussion

The current study assessed farming practices and assistive technologies most beneficial for veterans and limited resource farmers to lead sustainable lifestyles. The following aims that guided the study included: assessing participants' knowledge and beliefs related to critical farming practices and gained their input on training and resources needed to live safe and sustainable lifestyles. This study adds to the body of literature for how best to plan educational events based on the specific needs of this population, especially since few studies have been conducted. While most respondents reported knowledge of the topics covered during the workshops, it is apparent that more training is needed based on responses for training topics and resources for farming operations. For instance, technology use, grant writing, tax preparation, and hemp production was most preferred to gain training and resources to operate farm operations.

Regarding mental health, although the study gathered some information from our respondents, in general, individuals are less likely to share their feelings or beliefs. This apprehensiveness to communicate can lead individuals living without help with addressing mental health conditions, including suicide, depression, anxiety disorder, and stress which is high among the farming population. Individuals, living in rural communities, often have less privacy and anonymity than their counterparts living in urban communities, which may cause them to feel embarrassed or ashamed to be seen seeking mental health treatment. The Farming culture also often celebrates stoicism and a do-it-yourself mentality, which can discourage individuals from asking for help when they are having problems (RHIhub, 2021). In a similar study on mental health barriers for seeking treatment for rural veterans, it was found that little research has targeted specific behavioral health treatment needs of the rural Reserve Component veteran and the barriers they may experience accessing treatment (Bennett et al., 2011).

This study has several limitations. First, the planning and implementation of the study was impacted by the COVID-19 pandemic. For instance, while initially, the workshops were planned to be face-to-face (F2F) to deliver speakers and equipment, and tool demonstrations, the first workshop was delivered face-to-face (F2F) and online (Zoom). Due to issues experienced with technology at the F2F site, which disrupted the delivery for all participants, the need to deliver the second workshop was made to be online (Zoom) only.

Conclusion

The study concluded that more resources and trusting environments would benefit individuals interested in addressing mental health needs. While financial concerns are a major factor impacting farmer stress, they are not the only concerns. In addition to the ongoing challenges and stressors of farm life, farmers and their businesses have been impacted by the COVID-19 pandemic (RHlhub, 2021). Because programs must take into consideration the unique lifestyle of farmers and ranchers, especially due to their strong sense of pride associated with their farming operation, (RHlhub, 2021), the researchers recommend other researchers conduct studies specifically that ask participants what training and resources they need for their farming operations or to begin a farm operation.

It is also concluded that more studies should be conducted to gain more input from farmers on the types of educational training programs and resources needed. The delivery of these programs and resources within a trusting environment is essential to encourage more farmers to share their personal thoughts related to physical and mental health needs. It was also concluded that more resources should be provided since 60% of rural areas are designated mental health professions shortage areas (Bensen, 2013), and because farmers often do not like to ask their neighbors for help because they do not want to feel like a burden on their community members; however, finding out that they are not alone can provide reassurance (RHlhub, 2021).

Acknowledgements

This material is based on research supported by SCAHIP through Grant# 6U54OH007547". Its contents are solely the responsibility of this project team and do not necessarily represent the official views of the NIOSH/CDC.

Disclousure statement: The authors reported no potential conflict of interest.

References:

1. Akhram-Lodhi, A. H., & Kay, C. (2009). Contemporary perspectives on agrarian change. In
2. *Peasants and globalization: Political economy, rural transformation and the agrarian question* (1st ed., pp. 288–311). ISBN 9780415588751 Routledge.
3. American Psychological Association. (2020). *Supporting farmers' mental wellness understanding farming culture and stressors unique to the agricultural community is essential to addressing farmers' emotional health and well-being*. American Psychological

- Association. <https://www.apa.org/practice/programs/rural/farmers-mental-wellness>
4. Bennett, E. A., Crabtree, M., Schaffer, M. E., & Britt, T. W. (2011). Mental health status and perceived barriers to seeking treatment in rural reserve component veterans. *Journal of Rural Social Sciences*, 26(3), 113–136.
 5. Benson, E. (2003). Beyond ‘Urbancentrism’. <https://www.apa.org/monitor/jun03/beyond>
 6. Besterman-Dahan, K., Chavez, M., & Njoh, E. (2018). Rooted in the community: Assessing the reintegration effects of agriculture on rural veterans. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(2). <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.06.035>
 7. Dotson, J. D. (2018, April 17). What are the benefits of agriculture and farmers? <https://sciencing.com/benefits-agriculture-farmers-6973506.html>
 8. Sustainable Food Lab. (2020). Empowering smallholder farmers to improve their incomes: Sustainable food lab. Sustainable food lab accelerating progress toward a more sustainable food system. <https://sustainablefoodlab.org/empowering-smallholder-farmers-to-improve-their-incomes/>
 9. Hagen, B. N., Sawatzky, A., Harper, S. L., O’Sullivan, T. L., & Jones-Bitton, A. (2021). What impacts perceived stress among Canadian farmers? A mixed-methods analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph18147366>
 10. Kyle, C. A. (2018, October 4). The formation of cultural capital using symbolic military meanings of objects and self in an adult agricultural education program serving military veterans. VTechWorks Home. <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/85241>
 11. Mattern, R. (n.d.). North Dakota State University. Word-of-mouth marketing - agriculture communication. <https://www.ag.ndsu.edu/agcomm/lets-communicate/word-of-mouth-marketing>
 12. Mohatt, D. (n.d.). Rural mental health challenges and opportunities caring for the country. Western Interstate Commission for Higher Education. <https://govinfo.library.unt.edu/mentalhealthcommission/presentations/disparity.ppt>
 13. Olabisi, L. S., Elegbede, O., & Raven, M. (2020). Insights for farmer training programs from System Dynamics: A case study from Northern Michigan. *Advancements in Agricultural Development*, 1(2), 1–11.

14. Perdue, M. (2018, November 27). A deeper look at the CDC findings on farm suicides. National Farmers Union. <https://nfu.org/2018/11/27/cdc-study-clarifies-data-on-farm-stress/>
15. RHIhub. (2021, November 30). Rural response to farmer mental health and suicide prevention overview - Rural Health Information Hub. Rural Health Information Hub. <https://www.ruralhealthinfo.org/topics/farmer-mental-health>
16. Rose, D. H., Hasselbring, T. S., Stahl, S., & Zabala, J. (2005, January). Assistive technology and Universal Design for Learning: Two sides of ... Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/265116505_Assistive_Technology_and_Universal_Design_for_Learning_Two_Sides_of_the_Same_Coin_Two_Roles_for_Technology_Assistive_Technology_and_Universal_Design_for_Learning
17. Stroop, R. (2015, December 11). North Carolina agriculture. Farm Flavor. <https://farmflavor.com/north-carolina/north-carolina-agriculture/>
18. Sufi, S., Nenadic, A., Silva, R., Duckles, B., Simera, I., de Beyer, J. A., Struthers, C., Nurmikko-Fuller, T., Bellis, L., Miah, W., Wilde, A., Emsley, I., Philippe, O., Balzano, M., Coelho, S., Ford, H., Jones, C., & Higgins, V. (2018). Ten simple rules for measuring the impact of workshops. *PLOS Computational Biology*, 14(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006191>
19. Sustainable Food Lab. (2020). Empowering smallholder farmers to improve their incomes: Sustainable food lab. Sustainable food lab accelerating progress toward a more sustainable food system. <https://sustainablefoodlab.org/empowering-smallholder-farmers-to-improve-their-incomes>
20. Tachau, S. (2022, January 17). Funding resources for assistive technology for farmers and ranchers. Ag Safety and Health. <https://ag-safety.extension.org/funding-resources-for-assistive-technology-for-farmers-and-ranchers/>
21. U.S. Department of Education. (2019, November 7). *Section 1401 (1)*. Individuals with disabilities education act. <https://sites.ed.gov/idea/statute-chapter-33/subchapter-i/1401/1#:~:text=The%20term%20%20E2%80%9Cassistive%20technology%20device,a%20child%20with%20a%20disability.>
22. Watkins, S. (2018, October 8). Can higher Ed revive rural North Carolina? The James G. Martin Center for Academic Renewal. <https://www.jamesgmartin.center/2018/10/can-higher-ed-revive-rural-north-carolina/>

23. Weingarten, D. (2018, December 11). Why are America's farmers killing themselves? The Guardian. <https://www.theguardian.com/us-news/2017/dec/06/why-are-americas-farmers-killing-themselves-in-record-numbers>.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Fracturing and Groundwater Productivity Linkages in the Koumfab Watershed in Northern Togo

Katansao P.E.

Student in Hydrogeology Department
Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Serbia

Gnazou M.E.

Tairou M.S.

Gnazou M.D.T.

Geology department, University of Lomé, Togo

Ljiljana V.

Department of Hydrogeology,
Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Serbia

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p49](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p49)

Submitted: 29 May 2023

Accepted: 04 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Katansao P.E., Gnazou M.E., Tairou M.S., Gnazou M.D.T. & Ljiljana V.(2023). *Fracturing and Groundwater Productivity Linkages in the Koumfab Watershed in Northern Togo*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 49. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p49>

Abstract

The Koumfab watershed, located in the Dapaong region of northern Togo, overlies the sandstone-pelite formations of the lower megasequence of the Volta Basin and the granito-migmatitic bedrock of the south-eastern edge of the West African Craton. All of these Precambrian formations have a dense network of lineaments or fractures, giving them the characteristics of discontinuous and highly exploited aquifers. The lineament map of the Koumfab watershed, obtained from aerial photographs and the digital terrain model, identifies three main families of fractures running N-S to NE-SW (N0° to N40°), NE-SW to ESE-WNW (N60° to N110°) and ESE-WNW to SE-NW (N120° to N180°). Analysis of the correlation between lineaments and borehole flow rates has enabled us to identify areas with high storage potential. This potential is mainly controlled by lithological and lineament parameters. Boreholes drilled along kilometre-long lineaments underlain by crystalline and sandstone formations are more productive, with generally high flow rates ($Q > 5\text{m}^3/\text{h}$). The basement formations found throughout the Koumfab

catchment are major reservoirs with hydrogeological potential that are already in great demand.

Keywords: Lineaments, hydrogeological potential, basement aquifer, Koumfab watershed, North Togo

Introduction

The water supply problems have risen with increasing drought in the Savanes region, Togo according to the report of (PNUD, 1982). The Dalwak reservoir, created in 2002 with a capacity of 10 million m³, has alleviated water scarcity of the town of Dapoang (Rapport expert solidaire, 2014). Despite the multitude of small water reservoirs and the higher density of boreholes, the availability of water for the population remains very low for the rest of the region. Furthermore, the development of cattle and goat farming in the region made the surface water unfit for consumption which requires exorbitant treatment costs. Availability of groundwater in the region depends on the state of fracturing of the bedrock (Bertone & le Guellec, 2008; Jourda et al., 2015; Alhassane et al., 2018). This explains the interest of this study, which assesses the hydrogeological potential of the Birrimian granito-migmatitic formations and those of the Neoproterozoic sandstone-clay cover in the Koumfab watershed. This study presents the results of the mapping of the network of lineaments or fractures based on aerial and satellite coverage of the sector and the analysis of the parameters of the boreholes installed in relation to the network component.

1- Geological and hydrogeological background

1.1 - Overview of the geology of the study area

The Koumfab watershed is located in northern Togo between longitudes 0°4'30" and 0°15'0" East and latitudes 10°46'12" and 10°52'47" North (Figure 1). Geologically, it covers a portion of the south-eastern edge of the West African Craton, representing the bedrock of the formations of the lower megasequence of the Volta Basin (Collard et al., 1985). The substratum of the West African Craton corresponds to the peneplain zone that opens out into Burkina Faso.

This is the edge of the Palaeoproterozoic or Birimian domain. In the Dapaong region, this edge of the craton comprises granitoids (granodiorites, tonalites, quartz diorites, monzogranites, syenogranites) and metamorphic rocks (migmatites, orthogneisses, amphibolites) accompanied by a quartz and pegmatite vein procession. These rocks are Eburnian in age (2064 ± 90 Ma), (Sylvain et al., 1986) that form the megasequence of the Bombouaka supergroup (Affaton, 1990). According to Affaton (1990), it consists of two sandstone sequences (Dapaong and Mount Panabako groups) sandwiching an

essentially silt-clay sequence (Fosse-aux-lions group). The Birimian basement located in the extreme north-west of Togo is the most stable of the country's geological units. It was not affected by the Pan-African orogen (Duclaux, 2003).

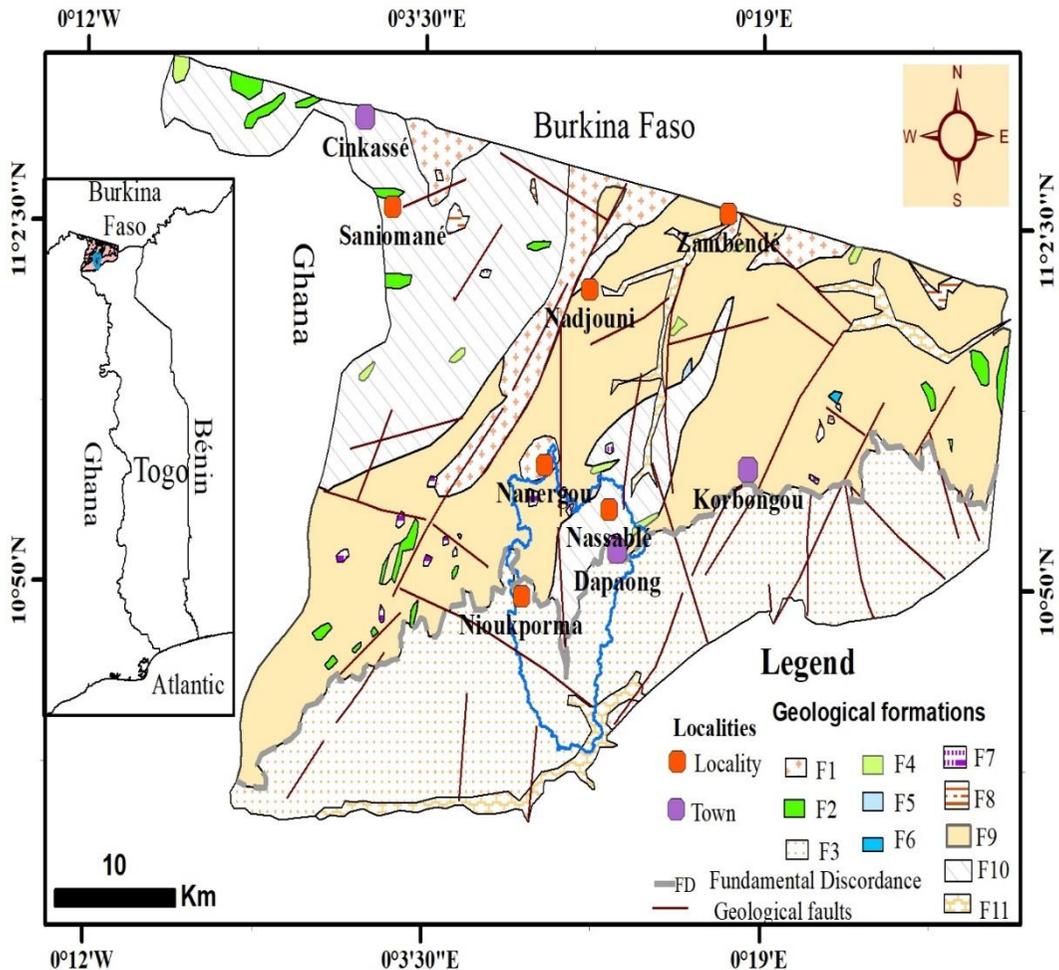


Figure 1. Geological situation of the study area (red polygon) in the local geological context according to (Collart et al., 1985; slightly modified by Laré, 2022). F1= Alkaline to syngranite granites; F2= Coarse-grained amphibolites; F3= Dapaong sandstones; F4= Fine-grained amphibolites; F5= Basalts; F6= Basalts associated; F7= Biotite granites; F8= Biotite granites and amphibolites; F9= Graodiorites-Tonalites and quartz diorites; F10= Migmatiyes-Gness and Orthogneiss; F11= Recent alluvium. deposits.

The Volta Basin covers an area of 32,200 km² (Affaton, 1990) and is in direct contact with the Birimian basement. It rests in fundamental unconformity on this basement and has a monoclinical structure dipping slightly to the south-east (figure 2). The sedimentary pile of the Volta Basin is subdivided into three supergroups. These are, from bottom to top, supergroup

I or Bombouaka supergroup, supergroup II or Pendjari supergroup, supergroup III or Tamalé supergroup. Of the three supergroups, only the first two outcrop in Togo.

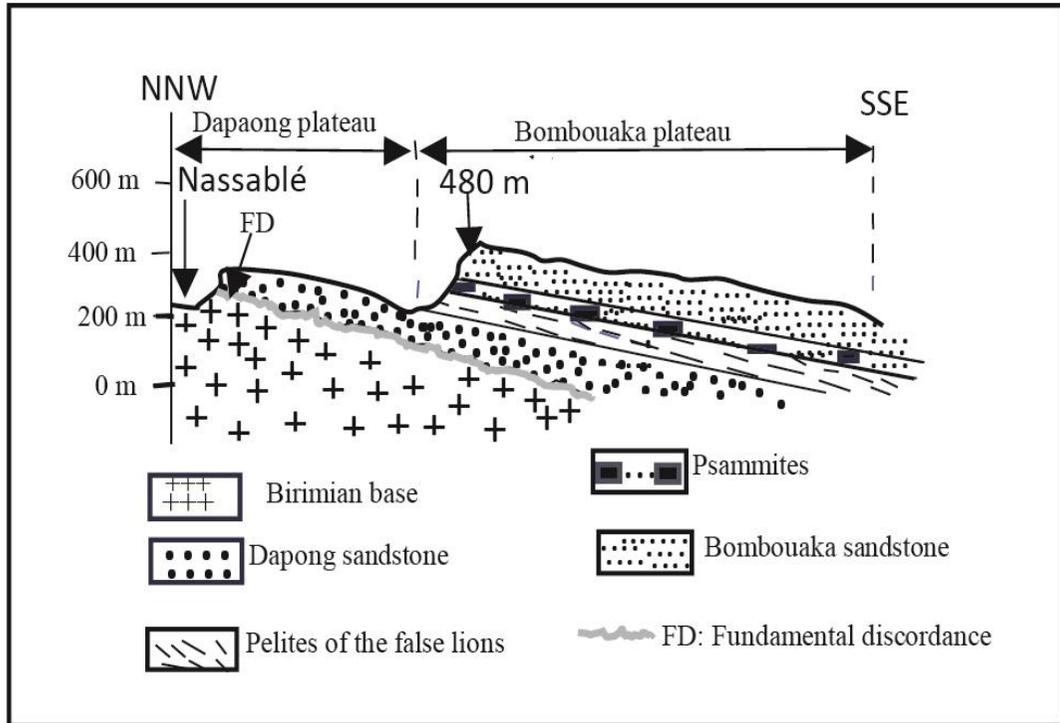


Figure 2. Lithostratigraphic cross-section of the basement and supergroup I formations of the Volta basin: Source, (Affaton, 1990).

The Koumfab watershed straddles the Birimian basement and the Volta basin and has a bedrock composed of alkaline granites, biotite and amphibolite granites, granitoids, tonalites, migmatites, gneisses, orthogneisses, meta volcano sediments and Dapaong sandstones. This Dapaong sandstone formation forms the base of the large Volta sedimentary basin that overlies the basement (Collart et al., 1985; Affaton et al., 2013).

1.2 – Hydrogeological background

From a hydrogeological point of view, the formations of the Volta Basin are very consolidated and are considered as basement formations. Thus, in the Koumfab watershed, there are alternate aquifers made up of surface layers and basement aquifers (Gnazou et al., 2016). The former corresponds to the supergene soils cover of sandy and sandy-clay nature. The average thickness of this soil cover is about 30 m (Lamouroux, 1969). This type of aquifer is often tapped by large diameter wells. Fracture aquifers are represented by all

the lithological components of the watershed. Also the porosity (n) in the zone is between 0.001 – 0.39. The specific storage (S_s) is $<10^{-2} m^{-1}$ (Clark, 1985; Vouillamoz et al., 2005), similarly the hydraulic conductivity varies between $46.10^{-8} - 10^{-3} m/s$. Isotopic analysis by Akara et al., (2022) shows recent recharge attributed to groundwater in the area except for a few samples.

2- Hydroclimatic aspect of the Koumfab watershed

The Koumfab watershed is drained by the Koumfab River and its tributaries (Figure 3). This river is the main source of water for the Dalwak dam, which is operated by the Togolese Water Company (TWC) to supply drinking water to the town of Dapaong and its surroundings.

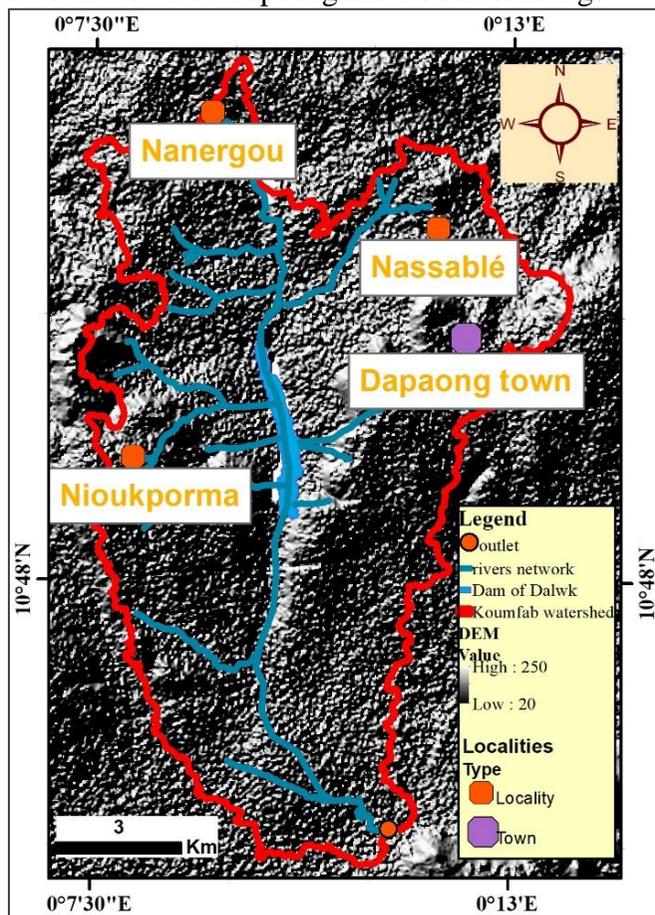


Figure 3: Hydrographic map of the Koumfab basin showing the morphostructural features of the area

Climatically, the Koumfab watershed, like the rest of the Savanes region, has a Sudano-Sahelian climate with two seasons: a dry season from November to April and a rainy season from May to October (Figure 4). Maximum rainfall is 1110 mm/year. Previous studies (Haan, 1993; Adewi and Badameli, 2010) have shown that the area experienced rainfall surpluses between 1950 and 1969, with rainfall exceeding 1,200 mm/year, but also deficits in 1970, 1980, 1982 and 1990, with less than 900 mm/year. Temperatures in the area vary seasonally between 25° and 32°C over the course of a year. There was a maximum temperature of up to 36°C and a minimum of 20°C (Haan, 1993). The best time for recharge is August, which is the wettest month with a low actual evapotranspiration (AET) rate. As a result, infiltration is estimated at 177.34 mm/year at an average temperature of 28.2°C (Katansao, 2021).

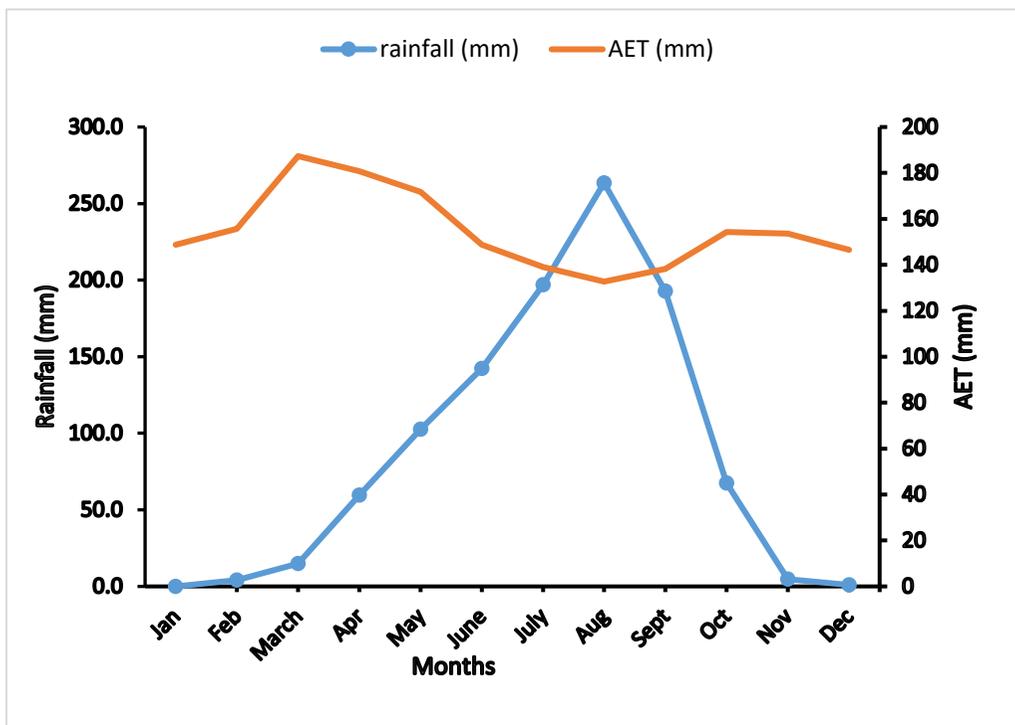


Figure 4. Annual variation curve of rainfall (in blue) and evapotranspiration (in red)

3 – Materials and methods

In order to map the lineaments and assess the hydrogeological potential of the formations represented in the Koumfab catchment, a 30 m resolution digital elevation model downloaded from the United States Geological Survey (USGS) website was used. Spatial analysis tools such as Hillshade (shading tools) in Arcgis 10.5 and Qgis 3.14 were then used to highlight the tectonic

faults (visible fractures, cracks and outcrop ridges). Lineaments were extracted by considering the many fracture markers (the straight sections of watercourses, cliffs, depressions and lithological contacts), (Norman, 1976; Scanvic, 1983). These operations resulted in a fairly exhaustive mapping of the lineament network, the components of which were defined in terms of number and weight (cumulative length of fractures or lineaments in a given direction) using Tectonics FP software (version 1.7.9).

In order to highlight the role of fractures in the productivity of aquifers in the Koumfab watershed, technical (flow rates, depths and the lithological nature of the aquifers tapped) data from 81 boreholes obtained from the Ministry of Water and Village Hydraulics (MEHV) were linked to the lithology and parameters of the lineaments as well as their interconnectivity.

4- Results

4.1- Presentation of the lineament map

A lineament map of the study area was produced based on the digital elevation model (Figure 5). It is associated with the drilling points and major fractures of the geological map of Collart et al., (1985).

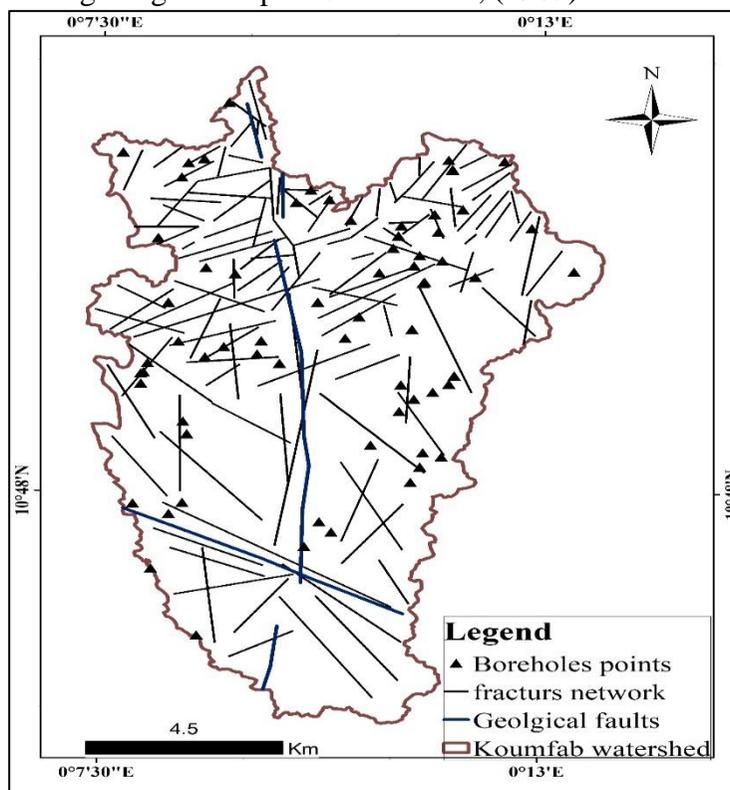


Figure 5. Lineament map obtained by processing the DEM of the area associated with the drilling points

This map shows a dense network composed of several families of hectometric to kilometre-long lineaments distributed in various directions. These lineaments are superimposed on the major fractures of the geological map. On the lineament map, the density of the fracturing is more accentuated in the north corresponding to the crystalline basement formations than in the lithologically sandstone south. The intensity of the fracturing in the basement would be accentuated by the exfoliation process underway in the area.

4.2- Analysis of the lineament network

The azimuths of the lineaments obtained have allowed us to establish a directional rosette showing the different orientations of the lineaments (figure 6). The rose diagram shows three families of lineaments: the majority of lineaments are oriented N–S to NE-SW ($N00^{\circ}$ - $N40^{\circ}$), the mean lineaments are NE to SE ($N60^{\circ}$ - $N110^{\circ}$) and the minority ones oriented NWN-SES ($N120^{\circ}$ - $N180^{\circ}$).

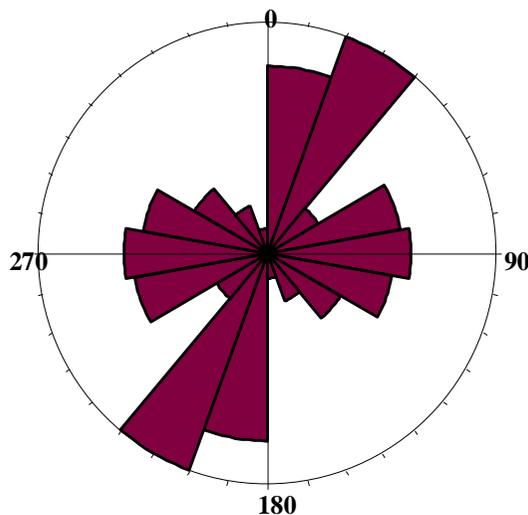


Figure 6. Rose diagram showing the directional synthesis of the lineament in the study area

To assess the importance of the network components, the cumulative lineament weights (cumulative length of fractures or lineaments in a given direction) were determined according to their families (Table 1). This distribution shows that the medium fractures are much more represented.

4.3- Analysis of borehole flow rates in relation to lineaments or fractures and lithology

Table 1. Cumulative weights of the three families of lineaments

| Type of fractures | Majority fractures (N00°-N40°) | Medium fractures (N60°-N110°) | Minorities fractures (N120°-N180°) or N41°-N59°) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Lengths (m) | 68599.59 | 90303.75 | 52335.7 |
| Cumulative weights (%) | 32.48 | 42.74 | 24.78 |

Different correlation studies have been carried out to identify the influence of lineaments on groundwater reserves (N'Go et al., 2005; Hung et al., 2005; Augustin, 2011; Ouedraogo, 2016; Zondokpo et al., 2022). The first correlation was between borehole flow and depths. This analysis shows that the average depth of the boreholes is 65.17 m with an average flow rate of about 4.65 m³/h. Three classes of flow rates are identified: low flow rates varying between 0.8 m³/h and 5 m³/h, medium flow rates between 5 m³/h and 10 m³/h and high flow rates above 10 m³/h. The most productive depth range is between 40 m and 80 m (figure 7). This depth range corresponds to the depth range of water occurrences. It should also be noted that depths above 90 m are almost unproductive, as almost all boreholes reaching this depth are reported as negligible except for a few. This analysis gives an idea of the depths of the fractures fed. The high flowing boreholes with depths below 40m probably benefit from a contribution from the weathering reserves.

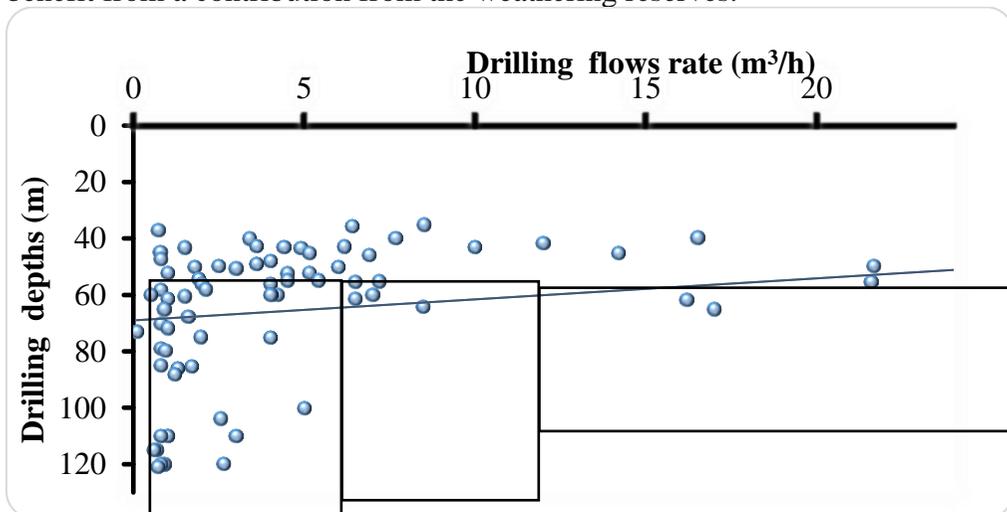


Figure 7. Cloud of the variation of drilling depths according to their flow rates

Analysis of the average flow rates of boreholes located on the lineaments and those not located on the lineaments showed that the latter had a significant impact on borehole productivity (Table 2).

Table 2. Comparison of the average flow rates of boreholes located on lineaments and those independent of lineaments

| Position of the borehole | Boreholes located on the lineaments | Drilling independent of lineaments |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Average flow rates (m ³ /h) | 5.8 | 2.8 |

This comparison led to the graph in Figure 8. This graph relates the flow rates of the boreholes to the cumulative length of the lineaments and their connectivity (number of fractures connected to the main fracture carrying the borehole). It is clear from this graph that the length and number of connected fractures act synchronously on the flow rates, since more than 70% of the boreholes with a significant flow rate are located on more or less interconnected fractures with a length of one kilometre.

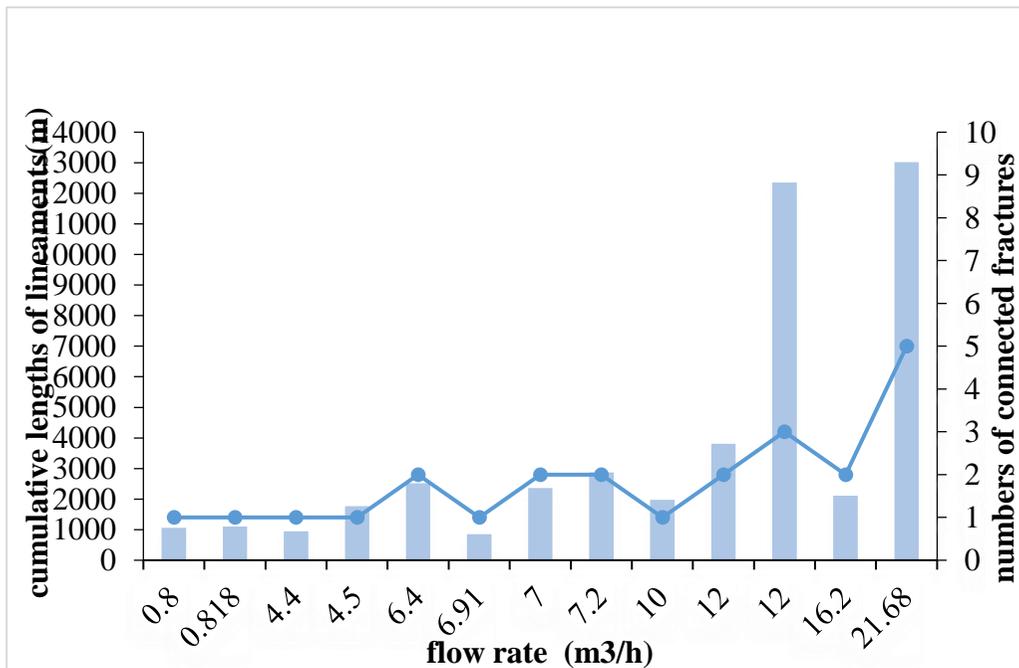


Figure 8. Cumulative histogram of fracture lengths superimposed on the curve of the number of connected fractures versus their flow rates

It can be seen on figure 8 that the boreholes with large flow rates of between 12 m³/h and 16 m³/h are located on lineaments that are interconnected to at least two other lineaments whose cumulative length is of the order of a kilometre. This is the cumulative length of the main lineament on which the

borehole is located and those connected to it (the number of connected lineaments being variable). Therefore, the flow rates of the boreholes increase proportionally with the length of the lineaments and their interconnectivity. It has been found that the longer the lineament and linked to other lineaments, the greater the storage capacity. In fact, this is reflected in the high flow rates of boreholes installed in these areas.

Finally, a correlation is established between the lithological facies of the zone and the productivity of the boreholes (Table 3). It shows the differences in productivity between the formations of the crystalline basement and the Dapaong sandstone.

Table 3. Productivity of the birimiant basement and the Dapaong sandstone

| Geological formations | Crystalline base | Dapaong sandstone |
|---|-------------------------|--------------------------|
| Maximum flow rates (m³/h) | 16.5 | 10 |
| Minimum flow rates (m³/h) | 1 | 0.1 |
| Average flow rates (m³/h) | 5.8 | 2.1 |

It could be concluded from the analysis of Table 3 that the crystalline basement formations have a higher productivity than the Dapaong sandstones due to their more intense fracturing conditions mentioned above.

Conclusion

The crystalline formations of the Birimian basement and the Volta Basin in northern Togo show the markers of Eburnian fracturing (Affaton et al., 2000), which can be identified on the ground and on aerial images. Thus, these formations offer an ideal setting for the circulation and storage of vital fluids (water). This study has enabled an assessment of the water potential of the area through the analysis of lineament parameters coupled with drilling data. First, a lineament network map of the area was drawn up and an analysis of the network was carried out. From this analysis, three families of fractures were identified, namely those oriented NNE-SSW (N00° to N40°), known as the majority, then the medium fractures of direction N60° to N110° and the minority fractures oriented SSE-NNW (N120° to N180°) representing.

The correlations between borehole flow rates and lineament parameters have shown that parameters such as length and interconnectivity have an influence on borehole productivity but are not the only determining factors that control productivity. Thus, other factors such as the lithological nature of the aquifers and the depths of wells could provide further explanation of the productivity of wells and thus the hydrogeological potential of the area. In order to make this study much more exhaustive and detailed for rational and sustainable planning and management, additional studies should be carried

out, such as geophysics, which offers more interpretation of the basement environment. Also, hydrogeochemical and isotopic studies should be carried out in the area to gain a better insight into the chemical quality and isotopic signatures of these waters leading to rational and sustainable planning of the resource.

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

References:

1. Adewi, E., Dubreuil, V., et Badameli, K.M.S. (2010). Instabilité pluviométrique dans la région des Savanes à l'extrême nord du Togo [Rainfall instability in the savannah region in the far north of Togo]. In Actes du 23 ième Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, pp. 35-40.
2. Affaton, P., Tairou, M., Tossa, C., Chala, D., & Kwekam, M. (2013). Premières Données Microstructurales sur le Complexe Granito-Migmatitique de la Région De Nikki, Nebénin [First Microstructural Data on the Granito-Migmatitic Complex of the Nikki area, Nebenin]. *Global Journal of Geological Sciences*, 11(1). pp. 13-26. <https://doi.org/10.4314/gjgs.v11i1.2>.
3. Affaton, P., Kröner, A., & Seddoh, K. F. (2000). Pan-African granulite formation in the Kabye Massif of northern Togo (West Africa): Pb– Pb zircon ages. *International Journal of Earth Sciences*, 88, pp. 778-790.
4. Affaton, P. (1990). Le bassin des Volta (Afrique de l'Ouest): une marge passive, d'âge protérozoïque supérieur, tectonisée au Panafricain (600 ± 50 Ma) [The Volta Basin (West Africa): a passive margin, of Upper Proterozoic age, tectonised in the Pan-African (600 ± 50 Ma)]. Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3. 496 p.
5. Akara, M-E. M., Donald, M. R; Masamaéya, D-T. G., et Goumpoukini, B. (2022). Assessing future climate trends and their impact on different fractured rock aquifers in Northern Togo. *Journal of Water and Climate Change*, 13(11), pp. 4019-4038.
6. Alhassane, I., Sani, A. B. M., Issoufou, S., Bachir, S. M., & Boureima, O. (2018). Apport des images etm+ et du modèle numérique de terrain (mnt) a la cartographie des fractures en région montagneuse : secteur de Timia (massif de l'aïr, nord du niger) [Contribution of Etm+ images and digital terrain model (DTM) to the mapping of fractures in mountainous regions: Timia sector (Aïr massif, northern Niger)]. *European Scientific Journal*, 14(9), pp. 103. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p103>.

7. 7. Augustin, J. (2011). Facteurs de contrôle et processus métallogéniques des minéralisations aurifères du gisement de Wona, Mine Mana, Burkina Faso [Control factors and metallogenic processes of gold mineralization in the wona deposit, mana mine, Burkina Faso]. Université du Québec à Chicoutimi. <https://doi.org/10.1522/030174758>.
8. 8. Bertone, F., & Le Guellec, C. (2008). Les forages négatifs des programmes d'hydraulique villageoise dans le socle ne sont pas une fatalité [Negative boreholes in village water programmes are not inevitable]. *Géologues*, 59, pp. 39-47.
9. 9. Clark, L. (1985). Groundwater abstraction from Basement Complex areas of Africa. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 18(1), pp.25-34. <https://doi.org/10.1144/GSL.QJEG.1985.018.01.05>.
10. 10. Collart, J., Oussane, I., and Sylvain, J. P. (1985). «Notice explicative de la carte géologique à 1/200 000è, feuille Dapaong 1re édition» [Explanatory note on the 1:200,000 geological map, sheet Dapaong 1st edition]. Bureau National de Recherches Minières, N°5, 64p.
11. 11. Duclaux, G. (2003). Le magmatisme basique du nord Togo témoin de l'orogénèse panafricaine [The basic magmatism of northern Togo as a witness to the Pan-African orogeny]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28332.92809>.
12. 12. Gnazou, M.D-T., Sabi, E.B., Tairou, S.M., Akakpo, W., Agouda, K., Upton, K. & Ó Dochartaigh, B.É. (2016). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Togo. British Geological Survey. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrog%C3%A9ologie_of_Togo.
13. 13. Haan, L. (1993). La région des Savanes au Togo: l'Etat, les paysans et l'intégration régionale, 1885-1985 [The Savannah region in Togo: The state, farmers and regional integration, 1885-1985]. KARTHALA Editions.
14. 14. Hung, L. Q., Batelaan, O., & De Smedt, F. (2005). Lineament extraction and analysis, comparison of landsat etm and aster imagery. Case study: suoimuoi tropical karst catchment, vietnam. Vietnam. In *Remote sensing for environmental monitoring, GIS applications, and geology V* (Vol. 5983, pp. 182-193). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.627699>.
15. 15. Jourda, J. P., Kouame, K. J., Saley, M. B., Eba, L. E., Anani, A. T., & Biemi, J. (2015). Détermination des zones potentiellement favorables à l'implantation de forages manuels à partir d'analyse multicritère et d'un SIG : Cas de la Côte d'Ivoire [Determination of areas potentially favourable to the implementation of manual drilling

- from multicriteria analysis and GIS: the case of Côte d'Ivoire]. *Revue des sciences de l'eau*, 28(2), pp. 119-137.
16. 16. Katansao, P. E. (2021). Potentialités hydrogéologiques du bassin versant de Koumfab au Nord Togo (Dapaong) [Hydrogeological potentials of the Koumfab watershed in North Togo (Dapaong)]. *Memory n° 263. Fac des Sci., Univ. Lomé.* 48p.
 17. 17. Lamouroux, M. (1969). Carte pédologique du Togo au 1/1.000.000 [Pedological map of Togo at 1:1,000,000.99p]. 99p.
 18. 18. Laré, A. (2022). Etude comparée de la fracturation socle-couverture dans la région de Dapaong au Nord-Togo [Comparative study of basement-cover fracturing in the Dapaong region of northern Togo]. *Memory n° 1796. Université Joseph KI-Zerbo (UJKZ). Unite de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT). Burkina Faso.*
 19. 19. N'Go, Y., Goné, D., Savané, I., & Goblé, M. (2005). Potentialités en eaux souterraines des aquifères fissurés de la région d'Agboville (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire) : Caractérisation hydroclimatique et physique [Groundwater potential of fissured aquifers in the Agboville region (South West of Ivory Coast): Hydroclimatic and physical characterization]. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 1(1). <https://doi.org/10.4314/afsci.v1i1.35401>.
 20. 20. Norman, J.W. (1976). Photogeological Trace Analysis as a Subsurface Exploration Technique. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*, 86, pp. 52-62.
 21. 21. Ouedraogo, M. (2016). Caractérisation des aquifères de socle pour l'amélioration de la productivité des forages d'hydraulique villageoise dans le bassin versant du Bandama blanc amont (Nord de la Côte d'Ivoire) [Characterisation of basement aquifers for the improvement of the productivity of village water wells in the Bandama blanc upstream watershed (North of Ivory Coast)]. *Thèse de doctorat.* 242P.
 22. 22. PNUD. (1982). « Atlas des ressources et besoins en eau. Projet TOG/75/008 "Stratégie d'emménagement des eaux" [Atlas of water resources and needs. Project TOG/75/008 "Water storage strategy"] ». Laboratoire Central d'Hydraulique de France. Togo, TOG/75/008.
 23. 23. Rapport expert solidaire. (2014). Analyse de la situation existante de l'eau potable à Dapaong [A nalysis of the existing drinking water situation in Dapaong]. *Rapport de mission.*
 24. [24]- Scanvic, J-Y. (1983). Utilisation de la télédétection dans les sciences de la terre [Use of remote sensing in the earth sciences]. *Bur Rech. Géol. Min ; Manuels et méthodes N° 7, Ed. BRGM.* 165p.
 25. 25. Sylvain, J. P., Aregba, A., Collart, J, & Godonou, K. S. (1986). «Notice explicative de la carte géologique du Togo à 1/500 000è, 1re

- édition [Explanatory note for the 1:500,000 geological map of Togo, 1st edition]». Bureau National de Recherches Minières N° 2. 46p.
26. 26. Vouillamoz, J.-M., Descloitres, M., Toe, G., & Legchenko, A. (2005). Caractérisation des aquifères du socle cristallin avec la SRM : comparaison avec les données des forages et des essais de pompage au Burkina Faso [Characterisation of crystalline basement aquifers with MRS: comparison with borehole and pumping test data in Burkina Faso]. *Géophysique de surface*, 3, pp. 205–213.
27. 27. Zondokpo, K., Tairou, M. S., Mouhamad, B. A. A., Gnazou, M.D.T., (2022). Fracturing and Hydrogeological Potentialities of the Gneisso-Migmatitic Units Along the Keve- Amoussoukope Road in the Southwest of Togo (West Africa). *Hydrology*. Vol. 10, No. 4, 2022. pp. 65-74. doi: 10.11648/j.hyd.20221004.11.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Identificación de Factores Asociados a la Ingesta Proteica Incidentes Sobre Función Renal en Deportistas de CrossFit®

Claudia González-González, estudiante

Eduardo Rodríguez-Villa, estudiante

Nicte Selene Fajardo Robledo, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

Erika Fernández-Rosillo, LN

Michelle Martín Apodaca, LN

Antonio Plasencia-Calleros, LN

Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA), México

Juan Manuel Viveros-Paredes, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p64](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p64)

Submitted: 16 June 2023

Accepted: 15 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

González-González C., Rodríguez-Villa E., Fajardo Robledo N.S., Fernández-Rosillo E., Apodaca M.M., Plasencia-Calleros A. & Viveros-Paredes J.M.(2023). *Identificación de Factores Asociados a la Ingesta Proteica Incidentes Sobre Función Renal en Deportistas de CrossFit®*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 64.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p64>

Resumen

Para aumentar la masa muscular, el CrossFit® ha sido relevante a la hora de ofrecer un ejercicio hipertrófico, aunque, el requerimiento proteico a consumir puede transformarse en excesivo. Las funciones renales activadas por la cantidad de metabolitos de degradación de proteínas se han asociado con procesos que desencadenan alteraciones renales. **OBJETIVO:** Identificar si el perfil de consumo proteico en deportistas de CrossFit® incide sobre la función renal. **MATERIAL Y MÉTODO:** En un período de cuatro meses, se registró el peso, altura, índice de masa corporal; dieta e información de suplementación proteica de 27 deportistas de CrossFit® voluntarios (23 hombres, 4 mujeres; edad promedio: 28.20 ± 3.60 años) en "Distrito Crossfit" (Jalisco, México). Se solicitaron estudios de Nitrógeno Ureico en Sangre, Urea

y Creatinina Sérica, en "Salud Digna" (Jalisco, México), para determinar la tasa de filtración glomerular, con las fórmulas de Cockcroft-Gault, Modification of Diet in Renal Disease-4 y Mawer. Se compararon grupos de consumo alto versus normal por g/kg/d y mayor y menor consumo de 236.00 g/día, considerando la cantidad requerida para aumentar la masa muscular. RESULTADOS: Existieron disminuciones significativas ($p < 0.050$) en la tasa de filtración glomerular con un alto consumo de 236.00 g/día y hubo un aumento significativo ($p < 0.050$) de creatinina sérica en la suplementación durante más de un año, con una ingesta aumentada de 236.00 g/día, en comparación con aquellos con una ingesta adecuada sin suplementación. CONCLUSIÓN: El factor relevante para generar un efecto significativo en la filtración glomerular, es la cantidad y el tiempo de consumo de proteínas.

Palabras clave: Creatinina, Dieta rica en proteínas, Entrenamiento de intervalos de alta intensidad, Tasa de filtración glomerular, Urea

Identification of Factors Associated with Protein Intake Incident on Renal Function in CrossFit® Athletes

Claudia González-González, estudiante
Eduardo Rodríguez-Villa, estudiante
Nicte Selene Fajardo Robledo, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

Erika Fernández-Rosillo, LN

Michelle Martín Apodaca, LN

Antonio Plasencia-Calleros, LN

Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA), México

Juan Manuel Viveros-Paredes, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

Abstract

To increase muscle mass, CrossFit® has been relevant in offering hypertrophic exercise, although the protein requirement to be consumed may become excessive. Renal functions activated by the amount of protein degradation metabolites have been associated with processes that trigger renal alterations. OBJECTIVE: To identify whether the protein intake profile in CrossFit® athletes affects renal function. MATERIALS AND METHODS: Over a period of four months, the weight, height, body mass index, diet, and

protein supplementation information of 27 volunteer CrossFit® athletes (23 men, 4 women; average age: 28.20 ± 3.60 years) was recorded at "Distrito Crossfit" (Jalisco, México). Blood Urea Nitrogen, Urea, and Serum Creatinine studies were requested at "Salud Digna" (Jalisco, México) to determine glomerular filtration rate, with the Cockcroft-Gault, Modification of Diet in Renal Disease-4 and Mawer formulas. High versus normal intake groups were compared by g/kg/d and a higher and lower intake of 236.00 g/day, considering the amount required to increase muscle mass. **RESULTS:** There was a significant decrease ($p < 0.050$) in the glomerular filtration rate with high a intake of 236.00 g/day and there was a significant increase ($p < 0.050$) in serum creatinine on supplementation for more than one year with increased intake of 236.00 g/day compared to those with adequate intake without supplementation. **CONCLUSION:** The relevant factor to generate a significant effect on glomerular filtration is the amount and time of protein intake.

Keywords: Creatinine, high-protein diet, high-intensity interval training, glomerular filtration rate, urea

Introducción

El deporte ha tomado una creciente importancia dentro de una forma de vida saludable (Rodríguez, 2023), una de las alternativas que ha tenido una repercusión ascendente en el tiempo es el CrossFit® (Moran et al., 2017). Aunado a las nuevas redes sociales, el crecimiento en popularidad del CrossFit®, se debe a que ofrece una mejora de la aptitud aeróbica con un tiempo menor, en comparación con el entrenamiento aeróbico tradicional; así como mejorar la composición corporal y resistencia muscular (Huecker et al., 2019; Pérez & Muñoz, 2018; Vigar & Medina, 2019).

Dentro de las motivaciones que tienen los deportistas para realizar CrossFit® es la mejora de la apariencia física (Fisher et al., 2017); sus entrenamientos de potencia, alta intensidad y las actividades de fuerza y resistencia (principalmente las de resistencia) permiten potenciar la síntesis proteica muscular (Claudino et al., 2018; Damas et al., 2015). Así mismo, otra justificación de practicar dicho deporte es que los intervalos de alta intensidad junto con ejercicios de resistencia no generan impacto negativo en la hipertrofia, por lo que se puede optar por esta disciplina con este fin (Sabag et al., 2018).

El consumo de proteínas como un factor para estimular la síntesis proteica, además del ejercicio hipertrófico, debe generar un balance positivo en la disponibilidad de aminoácidos (Groen et al., 2015), las cantidades a consumir son superiores a las requeridas para compensar la degradación y se relacionan con el esfuerzo de la actividad realizada (Artioli et al., 2019). De

base, los deportistas requieren mayores cantidades de proteína que los 0.80 g/kg/d de los no deportistas (Gogojewicz et al., 2020; Grout et al., 2016; Huecker et al., 2019; Jäger et al., 2017; Naderi et al., 2016). Para la mayoría de los deportistas lo recomendado va de 1.40 a 2.00 g/kg/d para construir masa muscular y mantenerla a través de un balance positivo de aminoácidos (Jäger et al., 2017).

Sin embargo, para disciplinas que lleven combinaciones de ejercicios como lo es el CrossFit[®], la cantidad de proteína a consumir es menos conocida, abriendo la posibilidad de que se modifique el consumo llevándolo a más de 3.00 g/kg/d (recomendado en trabajos de resistencia) o de 1.60 a 1.80 g/kg/d (recomendado en trabajos de fuerza), para aumentar la masa muscular (Huecker et al., 2019; Jäger et al., 2017); incluyendo la existente perspectiva de que el esfuerzo físico intenso realizado podría estar relacionado empíricamente y sin fundamento científico, con consumir dietas elevadas en proteínas (Gogojewicz et al., 2020).

El consumo en exceso de proteínas no se manifiesta negativamente en el corto plazo, el metabolismo proteico se encarga de oxidar los aminoácidos procedentes de las proteínas para formar Urea y cadenas de carbono aprovechables como energía o para almacenarse como grasa (Grout et al., 2016; Naderi et al., 2016; Schoenfeld & Aragon, 2018). No obstante, a largo plazo, debido a la función de los riñones de reabsorción de aminoácidos así como en la excreción de amonio y Urea, han sido estudiados dentro del marco de afección por el consumo excesivo de proteínas, encontrando contraste entre los efectos que van desde positivos a negativos (Huecker et al., 2019; Wu, 2016).

El estudio de la función renal se apoya con el uso de indicadores tales como Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN), Urea, Creatinina Sérica (CrS) junto con valores de Tasa de Filtrado Glomerular (TFG), ya que, con el consumo excesivo de proteínas, se genera una producción alta de Urea que se filtra por los riñones y mantiene los niveles sanguíneos entre 12.00 a 54.00 mg/dL. Esto permite monitorear si el aclaramiento de la sustancia es adecuado y no ocurren defectos en el filtrado glomerular que aumenten sus niveles (Adeyomoye et al., 2022). La relación BUN:Creatinina se usa para diferenciar causas de daño renal agudo; a nivel prerrenal por disminución de la perfusión renal o daños intrarrenales incidentes en la nefrona. Siendo que valores superiores a 20 característicos en población con los diagnósticos antes mencionados (Uchino et al., 2012).

La CrS es la sustancia utilizada para la determinación de TFG dado que no sufre una reabsorción como la Urea, evitando dificultades de exactitud en el diagnóstico renal. Los valores de CrS van de 0.48 a 0.93 mg/dL en mujeres y de 0.63 a 1.16 mg/dL en varones (Delanaye et al., 2017; Kashani et al., 2020). La TFG media se sitúa alrededor de 140.00 mL/min/1.73 m² en

adultos sanos, y valores inferiores a $60.00 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ se asocian a una prevalencia de las complicaciones de la enfermedad renal crónica (Levey et al., 2014). Dada la complejidad de determinar TFG por el método tradicional, se han desarrollado una serie de ecuaciones para estimarlo, a partir de CrS y determinadas variables antropométricas y demográficas, como Cockcroft-Gault (CG), Modification of Diet in Renal Disease-4 (MDRD-4) y Mawer (Huidobro E. et al., 2018).

Considerando como incógnita si este comportamiento de consumo excesivo y crónico generaría un efecto en la tasa de filtración glomerular y otros parámetros que indiquen afección glomerular, el objetivo general del estudio es identificar si el perfil de consumo proteico en deportistas de CrossFit® incide sobre la función renal.

Métodos

Participantes

Para el estudio se seleccionaron 27 deportistas voluntarios entre hombres y mujeres practicantes de CrossFit® tras un periodo de tamizaje de 4 meses en "Distrito Crossfit" (Masaryk Center, calle Florencia #2818, Zapopan, Jalisco, México). Estos se seleccionaron siguiendo los criterios de inclusión siguiente: Tener entre 25 y 35 años, solo población del occidente de México, que estuvieran sometidos a una dieta proteica para incremento de músculo por más de 6 meses sin previa enfermedad renal. Todos los participantes realizaban el ejercicio al menos 4 veces por semana y dos o más horas diarias. El protocolo se ajustó a lo establecido en el artículo 100 de la Ley general de la salud, solicitando la aprobación de los voluntarios con la carta de consentimiento informado, y las recomendaciones de la Declaración de Helsinki de 2008.

Datos obtenidos

Se registró peso, talla e Índice de Masa Corporal (IMC). En las visitas se aplicaron encuestas con el objetivo de recolectar datos sobre la cantidad de días y horas en los que se realizaba la actividad física, así como verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión.

Se proporcionó un oficio a los participantes seleccionados donde colocaron su diario de alimentación con la información de todos los alimentos que consumen en calidad y cantidad por 24 horas, así como si existía uso adicional de suplementación proteica y el tiempo de uso.

Se les solicitó hacer una química sanguínea en los laboratorios de "Salud Digna" (Jalisco, México) en el que contuviera los analitos de BUN, Urea y CrS. Por último, se procedió a determinar TFG con las fórmulas de CG (Cockcroft & Gault, 1976), MDRD-4 (Levey et al., 1999) y Mawer (Mawer et al., 1972).

Mediciones

Gramos de proteína consumidos: De los alimentos mencionados se cuantificaron los gramos de proteína consumidos al día con la ayuda del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes.

Los valores de talla y peso fueron medidos por una báscula Tanita (Fit Scan BC-601F) y se usaron para el cálculo del IMC. Los datos obtenidos se transfirieron a una base de datos junto con los valores de la química sanguínea: BUN, Urea y CrS.

Análisis de TFG: Se utilizaron las fórmulas de CG, MDRD-4 y Mawer para calcular en cada caso TFG.

$$CG = \frac{(140 - \text{edad (años)}) \times \text{peso (kg)}}{CrS \text{ (mg/dL)} \times 72}, \text{ para hombres.}$$

$$CG = \frac{(140 - \text{edad (años)}) \times \text{peso (kg)}}{CrS \text{ (mg/dL)} \times 72} \times 0.85 \text{ para mujeres.}$$

$$MDRD - 4 = 186.3 \times CrS \left(\frac{mg}{dL}\right)^{-1.154} \times \text{edad (años)}^{-0.203} \times 0.74 \text{ (si es mujer)} \times 1.21 \text{ (si es afroamericano).}$$

Mawer para mujeres =

$$\frac{\text{peso magro corporal (kg)} [25.3 - (0.174 \times \text{edad (años)})] [1 - (0.03 \times CrS \text{ (mg/dL)})]}{CrS \text{ (mg/dL)} \times 14.4}$$

Mawer para hombres =

$$\frac{\text{peso magro corporal (kg)} [29.3 - (0.203 \times \text{edad (años)})] [1 - (0.03 \times CrS \text{ (mg/dL)})]}{CrS \text{ (mg/dL)} \times 14.4}$$

Para la obtención de peso magro corporal se utilizó la fórmula de (James, 1977):

$$\text{Peso magro corporal (kg) para mujeres} = (1.07 \times \text{peso (kg)}) - \frac{148 \times \text{peso (kg)}^2}{\text{talla (cm)}^2},$$

$$\text{Peso magro corporal (kg) para hombres} = (1.1 \times \text{peso (kg)}) - \frac{128 \times \text{peso (kg)}^2}{\text{talla (cm)}^2}.$$

Los valores obtenidos por la fórmula de CG, MDRD-4 y Mawer fueron estandarizados a la media de 1.73 m² de superficie corporal, primero calculando para cada caso el área superficial en m² con la fórmula de (Du BOIS & Du BOIS, 1916): **0.007184** × **talla (cm)**^{0.725} × **peso (kg)**^{0.425}. Los valores de TFG entonces se multiplican por 1.73 entre los valores del área superficial en cada caso.

Análisis de consumo proteico

Se crearon 2 grupos de consumo de proteína considerando el consumo de proteína en g/kg/d y en g/día. y estos se dividieron en subgrupos: 18 deportistas se agruparon en un "consumo adecuado" y 9 en un "consumo elevado" para aquellos con más de 3.30 g/kg/d (Moran et al., 2017) de consumo para el objetivo previsto. El consumo en g/día se agrupó

considerando la media de peso de los participantes multiplicado por el límite de 3.30 g/kg/d, dando un valor de 236.00 g (se generaron grupos de más y menor o igual a 236.00 g/día) 18 deportistas se agruparon en un consumo menor o igual a 236.00 g/día y 9 deportistas en un consumo de más de 236.00 g/día.

Análisis de consumo de suplemento proteico

La muestra se separó en 2 grupos donde, 19 participantes formaron el grupo de consumo de suplementación proteica y 8 participantes el grupo de no suplementados con proteínas.

Análisis del perfil proteico

Considerando solo a los voluntarios que tienen un consumo de suplemento proteico, se generaron los grupos de consumo adecuado con 13 deportistas y 6 deportistas en el grupo de consumo elevado. El análisis se generó para aquellos con un consumo menor o igual a 236.00 g/día con 12 deportistas y 7 deportistas para el grupo con consumo mayor a esta cantidad.

Análisis del tiempo de consumo del perfil proteico

Al utilizar los grupos de consumo en g/kg/d y en g/día se dividieron en subgrupos para analizar los datos obtenidos contrastando con diferentes tiempos de consumo. Se agruparon a 7 deportistas con consumo de suplemento proteico por más de un año con un consumo elevado, 5 voluntarios tenían suplemento proteico activo por más de un año con consumo elevado de proteína y 5 personas no estaban consumiendo suplemento con un consumo adecuado. Para el grupo de consumo por g/día se subdividieron con 6 deportistas con un consumo de suplemento por más de un año, con el factor de tener un consumo de proteína mayor a 236.00 g/día; 6 deportistas también tenían un consumo activo por más de un año con un consumo menor o igual a 236.00 g/día y aquellos que no tenían suplementación activa con un consumo menor o igual a 236.00 g/día fueron 6 voluntarios.

Análisis estadístico

El tratamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico GraphPad Prism 7. La estadística descriptiva se presentó como media y desviación estándar para las agrupaciones de consumo de proteína en g/kg/d y g/día y consumo de suplemento proteico.

Para analizar la variación en biomarcadores que existía entre grupos de consumo de proteína por el tiempo que estuvieron sometidos a un suplemento proteico, se realizaron los diagramas de cajas y bigotes presentando además medias y desviación estándar de datos significativos.

Luego, dependiendo de los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, para identificar las diferencias entre agrupaciones; se realizaron la prueba t-Student junto con la prueba U de Mann-Whitney para las variables con distribuciones paramétricas y no paramétricas, respectivamente. Un valor de $p < 0.050$ se consideró estadísticamente significativo para todos los análisis.

Resultados

De la población analizada de 27 deportistas de CrossFit® los resultados que caracterizan la muestra fueron: La media de edad 28.20 ± 3.60 años, 85.19% fueron hombres y 14.80% fueron mujeres. 70.37% son consumidores de suplemento proteico donde el tiempo más recurrente de consumo fue por más de un año. Para la agrupación de consumo de proteína en g/día la media fue de 216.20 ± 61.40 , mientras que para el consumo por g/kg/d la media fue 3.10 ± 1.10 (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de la muestra

| Variable | n = 27 | % |
|---|--------|-------|
| Sexo (Hombre) | 23 | 85.19 |
| Sexo (Mujer) | 4 | 14.80 |
| Suplementación proteica | | |
| Sí | 19 | 70.37 |
| Tiempo de consumo | | |
| 6 meses | 5 | 18.52 |
| 1 año | 2 | 7.41 |
| > 1 año | 12 | 44.44 |
| Variable | ̄ | DS |
| Edad (años) | 28.20 | 3.60 |
| Talla (cm) | 173.10 | 8.20 |
| Peso (kg) | 71.50 | 11.10 |
| IMC (kg/m^2) | 23.60 | 2.20 |
| Masa magra (%) | 78.60 | 2.20 |
| Consumo de proteína | | |
| Gramos en 24 horas | 216.20 | 61.40 |
| Gramos de proteína en 24 horas/kg de peso | 3.10 | 1.10 |

DS: Desviación estándar; IMC: Índice de masa corporal; n: Tamaño de muestra; ̄: Media.

Análisis de consumo proteico

La Tabla 2 muestra los valores de BUN, BUN/CrS, Urea, CrS y TFG para los grupos de trabajo, en los consumidores de más de 236.00 g/día se observó una disminución en los valores de TFG con la fórmula de CG, MDRD-4 y Mawer (83.25 ± 20.87 mL/min/1.73 m², 74.87 ± 19.66 mL/min/1.73 m² y 67.56 ± 17.20 mL/min/1.73 m² respectivamente) y al ser

comparados con el consumo de menos o igual a 236.00 g/día (101.30 ± 13.24 mL/min/1.73m², 90.48 ± 14.90 mL/min/1.73 m² y 81.19 ± 11.79 mL/min/1.73 m² respectivamente) esta disminución es significativa ($p < 0.050$).

En el grupo de consumo por g/kg/d hay una disminución significativa ($p < 0.050$) en TFG con la fórmula de CG en los deportistas con un consumo elevado (85.14 ± 23.55 mL/min/1.73 m²) respecto a un consumo adecuado (100.40 ± 12.35 mL/min/1.73 m²).

Tabla 2. Biomarcadores de función glomerular, según el consumo de proteína

| | Variables | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|---------|-----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | BUN (mg/dL) | BUN/CrS | Urea (mg/dL) | CrS (mg/dL) | TFG (mL/min/1.73m ²) | | |
| | | | | | Fórmula Cockcroft- Gault | Fórmula MDRD- 4 | Fórmula Mawer 4 |
| Consumo en g/kg/día | | | | | | | |
| Adecuado (n=18) | | | | | | | |
| \bar{X} | 16.84 | 16.22 | 36.04 | 1.06 | 100.04 | 89.27 | 80.35 |
| DS | 3.20 | 3.77 | 6.84 | 0.22 | 12.35 | 13.59 | 10.88 |
| Elevado (n=9) | | | | | | | |
| \bar{X} | 17.07 | 15.12 | 36.52 | 1.18 | 85.14 | 77.28 | 69.24 |
| DS | 2.04 | 3.15 | 4.35 | 0.35 | 23.55 | 23.25 | 19.66 |
| Valor p | 0.848 | 0.455 | 0.848 | 0.382 [#] | 0.035^{#*} | 0.076 [#] | 0.076 [#] |
| Consumo en g//día | | | | | | | |
| ≤236 gramos (n=18) | | | | | | | |
| \bar{X} | 16.54 | 16.10 | 35.40 | 1.06 | 101.30 | 90.48 | 81.19 |
| DS | 3.02 | 3.63 | 6.46 | 0.22 | 13.24 | 14.90 | 11.79 |
| >236 gramos (n=9) | | | | | | | |
| \bar{X} | 17.66 | 15.41 | 37.78 | 1.20 | 83.25 | 74.87 | 67.56 |
| DS | 2.36 | 3.55 | 5.06 | 0.33 | 20.87 | 19.66 | 17.20 |
| Valor p | 0.345 | 0.644 | 0.344 | 0.164 [#] | 0.011 | 0.030* | 0.023* |

BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CrS: Creatinina sérica; DS: Desviación estándar; n: Tamaño de muestra; TFG: Tasa de Filtración Glomerular; \bar{X} : Media.

*: $p < 0.050$ diferencias significativas; #: Prueba Mann-Whitney.

Análisis de consumo de suplemento proteico

Ninguno de los biomarcadores de función glomerular presentó diferencias significativas ($p > 0.050$) entre deportistas que sí consumen un suplemento proteico, respecto a los que no se suplementan, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Biomarcadores de función glomerular, según el consumo de suplemento proteico

| Variable | Consumo de suplemento | | | | Valor p |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|----------|-------|--------------------|
| | Sí (n=19) | | No (n=8) | | |
| | ¶ | DS | ¶ | DS | |
| BUN (mg/dL) | 17.49 | 2.68 | 15.54 | 2.83 | 0.101 |
| BUN/CrS | 16.00 | 3.75 | 15.52 | 3.24 | 0.755 |
| Urea (mg/dL) | 37.44 | 5.74 | 33.25 | 6.05 | 0.101 |
| CrS (mg/dL) | 1.14 | 0.31 | 1.01 | 0.10 | 0.313 [#] |
| TFG (mL/min/1.73 m ²) | | | | | |
| Fórmula de Cockcroft-Gault | 92.61 | 19.20 | 101.70 | 13.74 | 0.238 [#] |
| Fórmula MDRD-4 | 82.68 | 18.62 | 91.44 | 15.37 | 0.180 [#] |
| Fórmula Mawer | 74.49 | 15.80 | 81.77 | 12.26 | 0.260 [#] |

BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CrS: Creatinina sérica; DS: Desviación estándar; n: Tamaño de muestra; TFG: Tasa de filtración glomerular; ¶: Media.

[#]: Prueba Mann-Whitney.

Análisis del perfil proteico

La Tabla 4 muestra grupos de estudio con suplementación activa donde consumidores elevados de proteína con suplementación tuvieron una disminución significativa ($p < 0.050$) en TFG por fórmula de CG (78.19 ± 23.17 mL/min/1.73 m²) respecto al grupo de consumo adecuado (99.26 ± 13.33 mL/min/1.73 m²). Así mismo para el mismo grupo de estudio, el valor de BUN:Creatinina tuvo una disminución significativa ($p < 0.050$) en el grupo de consumo elevado (13.95 ± 3.02), respecto a un consumo adecuado (16.96 ± 3.76).

Tabla 4. Biomarcadores de función glomerular considerando suplementación proteica activa, según el consumo de proteína

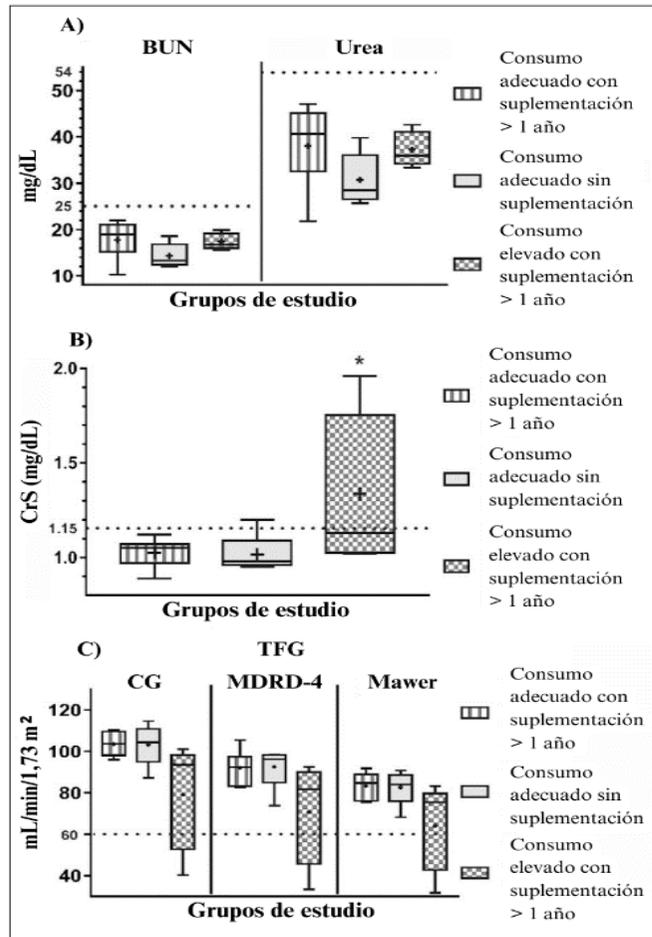
| | Variables | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| | BUN (mg/dL) | BUN/CrS | Urea (mg/dL) | CrS (mg/dL) | TFG (mL/min/1.73m ²) | | |
| | | | | | Fórmula Cockcroft- Gault | Fórmula MDRD- 4 | Fórmula Mawer |
| Consumo en g/kg/día | | | | | | | |
| Adecuado (n=13) | | | | | | | |
| \bar{X} | 17.79 | 16.96 | 38.08 | 1.08 | 99.26 | 88.02 | 79.45 |
| DS | 2.93 | 3.76 | 6.28 | 0.25 | 13.33 | 14.78 | 11.84 |
| Elevado (n=6) | | | | | | | |
| \bar{X} | 16.85 | 13.95 | 36.06 | 1.27 | 78.19 | 71.11 | 63.75 |
| DS | 2.12 | 3.02 | 4.54 | 0.40 | 23.17 | 22.11 | 18.97 |
| Valor p | 0.492 | 0.027[*] | 0.492 | 0.291 [#] | 0.017[#] | 0.058 | 0.058 |
| Consumo en g/día | | | | | | | |
| ≤236 gramos (n=12) | | | | | | | |
| \bar{X} | 17.52 | 16.63 | 37.49 | 1.09 | 98.90 | 87.55 | 79.01 |
| DS | 2.88 | 3.73 | 6.17 | 0.26 | 13.85 | 15.34 | 12.26 |
| >236 gramos (n=7) | | | | | | | |
| \bar{X} | 17.46 | 14.94 | 37.36 | 1.24 | 81.83 | 74.32 | 66.75 |
| DS | 2.52 | 3.81 | 5.83 | 0.38 | 23.24 | 21.91 | 19.05 |
| Valor p | 0.964 | 0.358 | 0.964 | 0.495 [#] | 0.068 [#] | 0.196 [#] | 0.167 [#] |

BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CrS: Creatinina sérica; DS: Desviación estándar; n: Tamaño de muestra; TFG: Tasa de Filtración Glomerular; \bar{X} : Media.

*: p<0.050 diferencias significativas; #: Prueba Mann-Whitney.

Análisis del tiempo de consumo del perfil proteico

La variación de los valores de BUN, Urea, CrS y TFG, entre deportistas con suplementación por más de un año, con el factor de tener un consumo adecuado o elevado de proteína, y deportistas sin suplementación con consumo adecuado de proteína por g/kg/d; se muestra en la Figura 1. Existe un aumento significativo (p< 0.050) en los niveles de CrS en deportistas con una ingesta elevada de proteína (1.34 ± 0.41 mg/dL) respecto a los de rango adecuado sin suplementación (1.01 ± 0.10 mg/dL), y no existen diferencias significativas (p>0.050) entre este último grupo con los de consumo de proteína adecuado con suplementación proteica (1.02 ± 0.08 mg/dL).



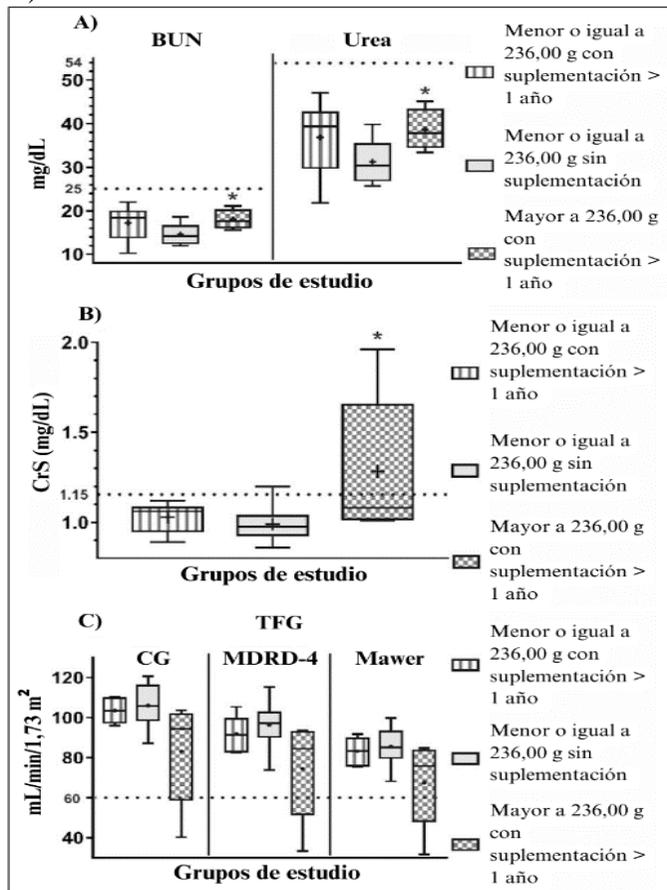
BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CG: Cockcroft-Gault; CrS: Creatinina sérica; TFG: Tasa de filtración glomerular.

*: $p < 0.050$ diferencias significativas con respecto al consumo adecuado sin suplementación.

Figura 1. BUN, Urea, CrS y TFG en deportistas de CrossFit®, según el tiempo de suplementación proteica y el consumo de proteína en g/kg/d. Variaciones de los biomarcadores expresados como gráfico de caja y bigotes, marcando valores máximos y mínimos, así como la mediana: A) Nitrógeno Ureico en Sangre y Urea considerando g/kg/d. B) Creatinina sérica considerando g/kg/d. C) Tasa de filtración glomerular considerando g/kg/d. Las líneas punteadas de las gráficas muestran valores críticos y las cruces indican la media.

La Figura 2 muestra la variación de los valores de BUN, Urea, CrS y TFG comparados entre deportistas con suplementación por más de un año, con el factor de tener un consumo de proteína mayor a 236.00 g/día o menor o igual a esta cantidad, y los deportistas no suplementados con consumo menor o igual a 236.00 g/día. Los valores de CrS muestran un aumento significativo ($p < 0.050$) en el grupo de consumidores de mayores cantidades a 236.00 g/día (1.28 ± 0.39 mg/dL), respecto a los no suplementados con menor o igual

consumo de proteína a 236.00 g/día (0.99 ± 0.11 mg/dL); este último grupo no tiene diferencias significativas ($p > 0.050$) con los deportistas suplementados con consumo de proteína menor o igual a 236.00 g/día (1.03 ± 0.08 mg/dL). Se muestra el aumento significativo ($p < 0.050$) en los valores de BUN y Urea en deportistas que reciben una suplementación y han consumido más de 236.00 g/día (BUN: 18.05 ± 2.16 mg/dL. Urea: 38.63 ± 4.61 mg/dL), respecto a los no suplementados con consumo de proteína menor o igual a 236.00 g/día (BUN: 14.60 ± 2.42 mg/dL. Urea: 31.24 ± 5.19 mg/dL); estos no presentaron diferencias significativas con los deportistas suplementados con consumo de proteína menor o igual a 236.00 g/día (BUN: 17.23 ± 4.09 mg/dL. Urea: 36.88 ± 8.75 mg/dL).



BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CG: Cockcroft-Gault; CrS: Creatinina sérica; TFG: Tasa de filtración glomerular.

*: $p < 0.050$ diferencias significativas con respecto al consumo adecuado sin suplementación.

Figura 2. BUN, Urea, CrS y TFG en deportistas de CrossFit®, según el tiempo de suplementación proteica y el consumo de proteína en g/día. Variaciones de los biomarcadores expresados como gráfico de caja y bigotes, marcando valores máximos y mínimos, así como la mediana: A) Nitrógeno Ureico en Sangre y Urea considerando g/día. B) Creatinina sérica

considerando g/día. C) Tasa de filtración glomerular considerando g/día. Las líneas punteadas de las gráficas muestran valores críticos y las cruces indican la media.

Discusión

El propósito del presente estudio fue investigar el efecto a nivel renal de perfiles de consumo proteico para identificar los factores incidentes en la función renal en deportistas de CrossFit® que tuvieran el objetivo de incrementar masa muscular, examinando los valores de BUN, Urea, CrS y TFG, que son parámetros ampliamente utilizados para la evaluación de la función renal (De Oliveira et al., 2020).

El uso de las fórmulas MDRD-4 y CG es recomendado por la mayoría de las sociedades científicas debido a su sensibilidad y facilidad de implementación, además de que poseen una fiabilidad y una validez ampliamente documentadas (Dalmau Llorca et al., 2016). Pese a que la ecuación de CG parece ser menos precisa que la ecuación de MDRD para TFG $<60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ (Parvin et al., 2015) a su vez, las limitaciones para ambas ecuaciones implican extrapolar su uso a otras poblaciones con hábitos de dieta y valores de superficie corporal, donde en jóvenes, tienden a sobreestimar los valores de CG (Navarro Guarnizo et al., 2020). Marco et al. (2009), identificó que para jóvenes sanos existe una correlación deficiente entre las TFG obtenidas utilizando las ecuaciones de CG y MDRD-4, es decir que las detecciones de disminución de TFG por los dos métodos no eran las mismas. Al entrar con grupos de deportistas, en jugadores profesionales de rugby, encontraron que los valores por fórmula de CG fueron superiores a los valores por MDRD y también fue más precisa (Banfi et al., 2012).

Un aspecto para considerar fue la estandarización por superficie corporal, ya que para diferentes disciplinas la ecuación CG puede sobreestimar TFG (sin estar estandarizada) en sujetos sanos con sobrepeso, como los jugadores de rugby, mientras que la fórmula MDRD la subestima sistemáticamente (Pérez Loredó et al., 2015). Para este estudio, los valores de TFG seguían un sentido descendente al analizarlos con CG, MDRD-4 y por último Mawer; aportando información coincidente con estudios previos en deportistas, añadiendo que los valores que se obtuvieron estaban estandarizados por superficie corporal, algo que resulta sin antecedentes. Por lo tanto, sería interesante evaluar la fiabilidad de los estimadores en deportistas de CrossFit® al estar estandarizados por superficie corporal.

Varios estudios han utilizado las fórmulas de MDRD-4 y CG para evaluar los efectos de la actividad física con la función renal (García et al., 2021; Wołyniec et al., 2018). Hasta el momento no existen artículos en los que se incluya la fórmula de Mawer, a pesar de que es la única fórmula de las tres que considera el peso magro corporal, por lo cual se incluyó en el presente estudio para analizar TFG. Tampoco se correlaciona TFG y otros

biomarcadores sanguíneos con los perfiles de consumo proteico en deportistas de CrossFit[®], dado que los artículos consultados generan determinaciones por orina (Little et al., 2019); además de que con este artículo se evalúa solo población del occidente de México.

Los biomarcadores renales, BUN, Urea y CrS, especialmente este último, se ven afectados por las condiciones establecidas en el estudio dado que el aumento de masa muscular y un consumo de proteína incrementa sus valores (Rendón Rodríguez, 2018). Sin embargo, de base, Chávez et al. (2019), expone que para deportistas universitarios en atletismo, ecuavóley, fútbol, gimnasia, tenis, taekwondo y voleibol, existe una adaptación a la carga física ya que los valores de Urea y CrS se encontraban dentro de la normalidad, lo que relaciona aquellos perfiles de alto consumo proteico de la muestra, en la generación de variaciones en estos parámetros. Por otro lado, la ingesta de carne genera un incremento transitorio en CrS que puede ser enmascarado por un aumento en TFG (Rendón Rodríguez, 2018). En contraste, los valores de TFG obtenidos en el estudio, cuando existía un consumo de proteína de forma elevada o con más de 236.00 g/día con suplementación por más de un año, presentaban un descenso de 23.00% y 22.30% respectivamente contra sus valores de consumo adecuado o menor a 236.00 g/día, pese a no encontrar diferencias significativas. En esta línea, estudios por 2 años en individuos obesos con una dieta baja en carbohidratos y alta en proteínas generaron incrementos en la depuración de CrS a los 3 y 12 meses para que al término de 24 meses los valores volvieran a los base indicando un periodo de hiperfiltración y por último una pérdida de reserva renal; que si bien este perfil no fue asociado a efectos adversos en TFG (Friedman et al., 2012), dietas ricas en proteínas basadas en carne y productos lácteos, pueden tener efectos perjudiciales causados por una combinación de hiperfiltración, hipertensión y aumento en formación de cálculos urinarios, siendo que el consumo de más de 2,00 g/kg/d podría causar problemas de salud (Marckmann et al., 2015).

De manera consecuente, la ingesta alta de proteínas en la dieta puede causar hipertensión intraglomerular, lo que puede provocar hiperfiltración renal, lesión glomerular y proteinuria generando la reducción de TFG (Ko et al., 2020; Rendón Rodríguez, 2018). Para los biomarcadores de BUN, Urea y CrS se han generado estudios con población similar utilizando suplementos de proteína y creatinina consumidos por periodos de 3 años y en algunos casos con dietas elevadas en proteínas que no tuvieron un efecto significativo en los niveles urinarios de Creatinina y Urea, donde las alteraciones observadas fueron relacionadas a un efecto transitorio de la incidencia del CrossFit[®] como entrenamiento de alta intensidad (Claro & Domingues, 2022).

Existe coincidencia en la ausencia de diferencias significativas entre los valores entre grupos de consumo de suplementos y grupos sin consumo de suplementos donde los valores de BUN, Urea y CrS se encontraban en la

normalidad; sin embargo, al considerar valores de consumo de proteína superiores a 3.30 g/kg/d con una suplementación por más de 1 año los niveles de CrS tuvieron un aumento significativo por encima del valor de 1.20 mg/dL, implicando a un 18.52% de la población, generando a su vez un valor medio de 71.28 mL/min/1.73 m². Los valores para Urea cuando existía un consumo proteico mayor a 236.00 g/día con suplementación presentaba una media de 37.36 mg/dL y cuando esta suplementación estaba presente por más de 1 año, la media presentaba un aumento significativo hasta 38.63 mg/dL, un 23.66% más que los valores cuando existe un consumo menor a 236,00 g/día. Contrastando con el valor medio de 25.90 mg/dL en atletas universitarios que no llevan a cabo un consumo proteico elevado ni se registró el consumo de suplementos (Chávez et al., 2019).

Los estudios de Tejedor & Vázquez (2021), hacen mención del uso de suplementos en fisicoculturistas tales como creatina, L-carnitina, L-tartrato, glutamina, aislado de suero hidrolizado y la proteína del suero de la leche y su posibilidad de efectos adversos en función renal y gastrointestinal con influencia del tiempo de manera directamente proporcional; es decir, a mayor tiempo de uso y dosis existen mayor aparición de los mismos. En este punto, los estudios a largo plazo que incluyan aquellos con tamaños de muestra grandes permitirían determinar mejor los efectos de la ingesta alta de proteínas en la salud renal. En contraste con estos datos, Antonio & Ellerbroek (2018), realizó una investigación con 5 hombres fisicoculturistas que recibieron durante 2 años una dieta alta en proteínas (>2.20 g/kg/d) los resultados muestran que estos sujetos no tuvieron ningún efecto en las medidas de la composición corporal, así como la función hepática o renal.

Por lo tanto, se sugiere que consumir una dieta rica en proteínas durante un período de 2 años no causa efectos secundarios dañinos. Sin embargo, los estudios in vivo en modelos animales (murinos) evidencian que, si bien el consumo de una dieta alta en proteínas muestra parámetros plasmáticos poco claramente afectados, el perfil urinario y morfológico renal si se muestra mayormente deteriorado (Aparicio et al., 2013).

En similitud con el presente estudio, las conclusiones obtenidas por El-Reshaid et al. (2018), en su estudio histopatológico en culturistas con enfermedad renal, señala que hay un mayor reconocimiento de la asociación de enfermedad renal en atletas y culturistas que usan esteroides anabólicos y una dieta rica en proteínas. Es importante que los atletas y sus entrenadores reciban información sobre los riesgos para la salud de estas intervenciones y deben consultar a un médico para detectar cualquier desarrollo de enfermedad renal, no obstante, no existe registro de dosis estandarizadas y del tiempo de seguridad para su uso (Tejedor & Vázquez, 2021). Los autores recomiendan analizar CrS y la proteinuria antes de iniciarse en el consumo de este tipo de

dietas y suplementos, dado que si se cuenta con Enfermedad Renal Crónica la realización de esta actividad puede ir en contra de la salud.

La limitación más importante involucra la ausencia de investigaciones previas en población mexicana con las cuales comparar el efecto de los perfiles proteicos en función renal, así como la evaluación de TFG en deportistas de CrossFit®. Tampoco se caracterizó el suplemento proteico utilizado, por lo que es posible encontrar variaciones en cuanto a la procedencia de las proteínas que pudieran afectar los valores de los biomarcadores renales entre cada individuo. Por otro lado, la población utilizada consistía en deportistas sanos que eran físicamente activos. Sería conveniente que se analizaran los efectos del consumo proteico en un estudio longitudinal con voluntarios que apenas comienzan a realizar el deporte contra aquellas que tuvieran cierto tiempo; como fue el caso de este estudio. Así como evaluar poblaciones no sanas que pudieran seguir un consumo elevado de proteína desde el inicio de su actividad con la necesidad de lograr resultados acelerados.

Conclusion

El consumo de proteínas por encima de niveles de 3.30 g/kg/d o mayor a 236.00 g/día generó disminución en TFG analizándose sin considerar la suplementación, pero que no significaba valores por debajo del límite seguro; lo mismo ocurría cuando se consideraba la suplementación.

Dado que en el análisis individual de sujetos suplementados y no suplementados resultó sin diferencias significativas, se evidencia la falta de asociación entre el consumo suplementado o no de proteínas, de manera que el factor relevante es la cantidad de estas. Esto se demuestra con el aumento de CrS cuando se tenía un consumo anormal junto con la suplementación por un tiempo prolongado, donde se llegaron a valores por encima de los niveles normales, considerándose también, el tiempo como factor relevante en identificar alteraciones renales.

El conocimiento generado por estudios de causa-efecto como este, permite tomar consciencia en los efectos de consumo excesivo de proteínas en deportistas de CrossFit® y resaltan la importancia del monitoreo periódico del filtrado glomerular, que es lo recomendable para propiciar el aseguramiento de la salud renal en deportistas de CrossFit®.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Laboratorio de Investigación y Desarrollo Farmacéutico del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, así como a la Universidad del Valle de Atemajac.

Conflictos de intereses

Los autores del presente estudio no tienen ninguna participación en organización o entidad con intereses económicos o de otro tipo relacionados con el tema o materiales discutidos en este manuscrito.

References:

1. Adeyomoye, O. I., Akintayo, C. O., Omotuyi, K. P., & Adewumi, A. N. (2022). The Biological Roles of Urea: A Review of Preclinical Studies. *Indian Journal of Nephrology*, 32(6), 539-545. https://doi.org/10.4103/ijn.ijn_88_21
2. Antonio, J., & Ellerbroek, A. (2018). Informes de Casos en Fisicoculturistas Bien Entrenados: Dos Años con una Dieta Rica en Proteínas. *JEPonline*, 21(1), 14-24.
3. Aparicio, V., Nebot, E., García, R., Machado, M., Porres, J. M., Sánchez, C., & Aranda, P. (2013). High-protein diets and renal status in rats. *Nutrición Hospitalaria*, 28(1), 232-237. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6165>
4. Artioli, G. G., Solis, M. Y., Tritto, A. C., & Franchini, E. (2019). Nutrition in Combat Sports. In D. Bagchi, S. Nair & C. K. Sen (Eds.), *Nutrition and Enhanced Sports Performance* (2^a ed., pp. 109-122). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813922-6.00009-6>
5. Banfi, G., Sloand, J., Shelly, M., Del Fabbro, M., Barassi, A., & Melzi d'Eril, G. V. (2012). Limitations of Cockcroft-Gault and MDRD formulas in estimating GFR among top-level rugby players. *Journal of Nephrology*, 25(6), 1047-1053. <https://doi.org/10.5301/jn.5000094>
6. Chávez, J. P., Sánchez, J. A., Fernández, D. O., Bonifaz, I. G., Palacios, D. G., & Santillán, R. R. (2019). Effects of physical charges on uric acid, creatinine and urea in college athletes. *Revista cubana de investigaciones biomédicas*, 38(1), 1-18.
7. Claro, D., & Domingues, T. (2022). Evaluation of creatinine and urea levels in crossfit athletes using nutritional supplements and on high-protein diets. *Revista Brasileira De Nutrição Esportiva*, 16(97), 86-94.
8. Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. d. S., Miranda, R. C., Mezêncio, B., Soncin, R., Cardoso Filho, C. A., Bottaro, M., Hernandez, A. J., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
9. Cockcroft, D. W., & Gault, M. H. (1976). Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron*, 16(1), 31-41. <https://doi.org/10.1159/000180580>

10. Dalmau Llorca, M. R., Boira Costa, M., López Pablo, C., Pepió Vilaubí, J. M., Aguilar Martin, C., & Forcadell Drago, E. (2016). Diferencias entre MDRD-4 y CG en la prevalencia de la insuficiencia renal y sus variables asociadas en pacientes diabéticos tipo 2. *Atención Primaria*, 48(9), 596-603. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2016.01.004>
11. Damas, F., Phillips, S., Vechin, F. C., & Ugrinowitsch, C. (2015). A Review of Resistance Training-Induced Changes in Skeletal Muscle Protein Synthesis and Their Contribution to Hypertrophy. *Sports Medicine*, 45(6), 801-807. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0320-0>
12. De Oliveira, N. J., Da Silva, C. A., Meneses, G. C., Pinto, D. V., Brito, L. C., Da Cruz, S. G., de Sousa Alves, R., Martins, A. M. C., de Oliveira Assumpção, C., & De Francesco Daher, E. (2020). Novel renal biomarkers show that creatine supplementation is safe: a double-blind, placebo-controlled randomized clinical trial. *Toxicology Research*, 9(3), 263-270. <https://doi.org/10.1093/toxres/tfaa028>
13. Delanaye, P., Cavalier, E., & Pottel, H. (2017). Serum Creatinine: Not So Simple! *Nephron*, 136(4), 302-308. <https://doi.org/10.1159/000469669>
14. Du BOIS, D., & Du BOIS, E. F. (1916). CLINICAL CALORIMETRY: TENTH PAPER A FORMULA TO ESTIMATE THE APPROXIMATE SURFACE AREA IF HEIGHT AND WEIGHT BE KNOWN. *Archives of Internal Medicine*, XVII(6_2), 863-871. <https://doi.org/10.1001/archinte.1916.00080130010002>
15. El-Reshaid, W., El-Reshaid, K., Al-Bader, S., Ramadan, A., & Madda, J. P. (2018). Complementary bodybuilding: A potential risk for permanent kidney disease. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation : An Official Publication of the Saudi Center for Organ Transplantation, Saudi Arabia*, 29(2), 326-331. <https://doi.org/10.4103/1319-2442.229269>
16. Fisher, J., Sales, A., Carlson, L., & Steele, J. (2017). A comparison of the motivational factors between CrossFit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1227-1234. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06434-3>
17. Friedman, A. N., Ogden, L. G., Foster, G. D., Klein, S., Stein, R., Miller, B., Hill, J. O., Brill, C., Bailer, B., Rosenbaum, D. R., & Wyatt, H. R. (2012). Comparative effects of low-carbohydrate high-protein versus low-fat diets on the kidney. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology : CJASN*, 7(7), 1103-1111. <https://doi.org/10.2215/cjn.11741111>

18. García, D., Landázuri, P., & Sánchez, O. (2021). Effect of a Shock Micro-Cycle on Biochemical Markers in University Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3581. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073581>
19. Gogojewicz, A., Śliwicka, E., & Durkalec, K. (2020). Assessment of Dietary Intake and Nutritional Status in CrossFit-Trained Individuals: A Descriptive Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4772. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134772>
20. Groen, B. B., Horstman, A. M., Hamer, H. M., de Haan, M., van Kranenburg, J., Bierau, J., Poeze, M., Wodzig, W. K., Rasmussen, B. B., & van Loon, L. J. (2015). Post-Prandial Protein Handling: You Are What You Just Ate. *PloS One*, 10(11), e0141582. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141582>
21. Grout, A., McClave, S. A., Jampolis, M. B., Krueger, K., Hurt, R. T., Landes, S., & Kiraly, L. (2016). Basic Principles of Sports Nutrition. *Current Nutrition Reports*, 5(3), 213-222. <https://doi.org/10.1007/s13668-016-0177-3>
22. Huecker, M., Sarav, M., Pearlman, M., & Laster, J. (2019). Protein Supplementation in Sport: Source, Timing, and Intended Benefits. *Current Nutrition Reports*, 8(4), 382-396. <https://doi.org/10.1007/s13668-019-00293-1>
23. Huidobro E., J., Tagle, R., & Guzmán, A. (2018). Creatinina y su uso para la estimación de la velocidad de filtración glomerular. *Revista Médica De Chile*, 146(3), 344-350. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018000300344>
24. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., . . . Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(20), 20-8. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
25. James, W. P. T. (1977). Research on obesity. *Nutrition Bulletin*, 4(3), 187-190. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.1977.tb00966.x>
26. Kashani, K., Rosner, M. H., & Ostermann, M. (2020). Creatinine: From physiology to clinical application. *European Journal of Internal Medicine*, 72, 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2019.10.025>
27. Ko, G. J., Rhee, C. M., Kalantar-Zadeh, K., & Joshi, S. (2020). The Effects of High-Protein Diets on Kidney Health and Longevity.

- Journal of the American Society of Nephrology: JASN*, 31(8), 1667-1679. <https://doi.org/10.1681/asn.2020010028>
28. Levey, A. S., Bosch, J. P., Lewis, J. B., Greene, T., Rogers, N., & Roth, D. (1999). A More Accurate Method To Estimate Glomerular Filtration Rate from Serum Creatinine: A New Prediction Equation. *Ann Intern Med*, 130(6), 461-470. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-130-6-199903160-00002>
 29. Levey, A. S., Inker, L. A., & Coresh, J. (2014). GFR Estimation: From Physiology to Public Health. *American Journal of Kidney Diseases*, 63(5), 820-834. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.12.006>
 30. Little, C., Lipman, G., Migliaccio, D., Young, D. S., & Krabak, B. (2019). Accuracy of Estimated Creatinine in Multistage Ultramarathon Runners. *Wilderness & Environmental Medicine*, 30(2), 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.12.006>
 31. Marckmann, P., Osther, P., Pedersen, A. N., & Jespersen, B. (2015). High-protein diets and renal health. *Journal of Renal Nutrition: The Official Journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*, 25(1), 1-5. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2014.06.002>
 32. Marco, M. P., Muray, S., Valdivielso, J. M., & Fernández, E. (2009). Occult chronic kidney disease: discordance among different methods used to estimate glomerular filtration rate in a healthy population. *Clinical Nephrology*, 71(5), 475-481. <https://doi.org/10.5414/cnp71475>
 33. Mawer, G. E., Knowles, B. R., Lucas, S. B., Stirland, R. M., & Tooth, J. A. (1972). COMPUTER-ASSISTED PRESCRIBING OF KANAMYCIN FOR PATIENTS WITH RENAL INSUFFICIENCY. *The Lancet*, 299(7740), 12-15. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(72\)90005-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(72)90005-0)
 34. Moran, S., Booker, H., Staines, J., & Williams, S. (2017). Rates and risk factors of injury in CrossFit™: a prospective cohort study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1147-1153. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06827-4>
 35. Naderi, A., De Oliveira, E. P., Ziegenfuss, T. N., & Willems, M. T. (2016). Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 20(4), 1-12. <https://doi.org/10.20463/jenb.2016.0031>
 36. Navarro Guarnizo, E. F., Ceron Tapia, H. R., & Zamora Suarez, A. (2020). Relation between Cockcroft-Gault, MDRD-4 and CKD-EPI formulas, compared with the 24-hour creatinin depuration: Correlación entre las fórmulas de medición de filtrado glomerular

- Cockcroft- Gault, MDRD-4 y CKD-EPI, y la depuración de creatinina de 24 horas. *Revista Colombiana De Nefrología*, 8(1), e458. <https://doi.org/10.22265/acnef.8.1.458>
37. Parvin, M., MAH, K., Saiedullah, M., Rahman, M. R., Islam, M., & Naznin, L. (2015). Comparison of CCR, Cockcroft-Gault and Mdrd Formula for the Estimation of Glomerular Filtration Rate. *Journal of Bangladesh College of Physicians and Surgeons*, 33(4), 207-212. <http://dx.doi.org/10.3329/jbcps.v33i4.28141>
38. Pérez Loredó, J., Lavorato, C., & Negri, A. (2015). TASA DE FILTRACIÓN GLOMERULAR MEDIDA Y ESTIMADA. NUMEROSOS MÉTODOS DE MEDICIÓN (Parte I). *Revista De Nefrología, Diálisis y Trasplante*, 35(3), 153-164. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=564261419005>
39. Pérez, A. M., & Muñoz, V. M. (2018). Deporte, cultura y sociedad: un estado actual de la cuestión. *Revista De Humanidades*, 44(34), 11-38. <https://doi.org/10.5944/rdh.34.2018.21881>
40. Rendón Rodríguez, R. (2018). Efectos de las dietas hiperproteicas sobre la función renal: una controversia actual. *Nutrición Clínica En Medicina*, XII(3), 149-162. <https://doi.org/10.7400/NCM.2018.12.3.5069>
41. Rodríguez, C. (2023). Importancia de la actividad física para el cuidado de la salud . *Fronteras En Ciencias Sociales Y Humanidades*, 2(1), 188-196.
42. Sabag, A., Najafi, A., Michael, S., Esgin, T., Halaki, M., & Hackett, D. (2018). The compatibility of concurrent high intensity interval training and resistance training for muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2472-2483. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1464636>
43. Schoenfeld, B. J., & Aragon, A. A. (2018). How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(10), 10-1. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0215-1>
44. Tejedor, C., & Vázquez, M. (2021). *Efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas* (Licenciatura). Available from Universidad del Azuay <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11357>
45. Uchino, S., Bellomo, R., & Goldsmith, D. (2012). The meaning of the blood urea nitrogen/creatinine ratio in acute kidney injury. *Clinical Kidney Journal*, 5(2), 187-191. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfs013>
46. Vigar, C. J., & Medina, F. (2019). Does a relationship exist between the number of training or competition hours and the presence of sonographic alterations in the shoulder of CrossFit athletes? *Journal of*

- Invasive Techniques in Physical Therapy*, 02(01), 9-17.
<https://doi.org/10.1055/s-0039-1681106>
47. Wołyniec, W., Ratkowski, W., Kasprowicz, K., Jastrzębski, Z., Małgorzewicz, S., Witek, K., Grzywacz, T., Żmijewski, P., & Renke, M. (2018). Glomerular Filtration Rate Is Unchanged by Ultramarathon. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3207-3215. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002348>
48. Wu, G. (2016). Dietary protein intake and human health. *Food & Function*, 7(3), 1251-1265. <https://doi.org/10.1039/c5fo01530h>

Profils Epidemio–Cliniques et Paracliniques de l’Epilepsie chez les Adolescents vus au Centre de Neurologie d’Antananarivo Madagascar

Innocent Injakanasy, Resident de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Joseph Raseta Befelatanana,
Université d’Antananarivo, Madagascar

Lala Andriamasinavalona Rajaonarison, Chef de clinique de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Place Kabary Antsiranana,
Université d’Antsiranana, Madagascar

Tanjona Ezakiniaina Mamy Soa Rakotoarijaona, Resident de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Joseph Raseta Befelatanana,
Université d’Antananarivo, Madagascar

Ratsitohara Santatra Razafindrasata, Chef de clinique de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Morafeno Toamasina,
Université de Toamasina, Madagascar

Naliniaina Robert Randrianantoandro, Neurologue

Julien Razafimahefa, Ancien chef de clinique de Neurologie

Alain Djacoba Tehindrazanarivelo, Professeur de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Joseph Raseta Befelatanana,
Université d’Antananarivo, Madagascar

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p87](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p87)

Submitted: 19 August 2022

Accepted: 19 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Injakanasy I., Rajaonarison L.A., Rakotoarijaona T.E.M.S., Razafindrasata R.S., Randrianantoandro N.R., Razafimahefa J. & Tehindrazanarivelo A.D.(2023). *Profils Epidemio –Cliniques et Paracliniques de l’Epilepsie chez les Adolescents vus au Centre de Neurologie d’Antananarivo Madagascar*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 87.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p87>

Résumé

Introduction : L'épilepsie figure parmi les affections neurologiques chroniques graves et courantes affectant les personnes de tout âge. Dans cette étude, les objectifs étaient d'estimer la fréquence brute, de décrire les caractéristiques épidémio-cliniques et paracliniques de l'épilepsie chez les adolescents auprès du Centre de Neurologie d'Antananarivo (CNA),

Madagascar. Méthodes : Une étude descriptive, retrospective et transversale était menée allant du 12 Juin 2020 au 02 Mars 2021 dans le CNA. Elle incluait les adolescents de 12 à 18 ans ayant effectué un électroencéphalogramme (EEG) dans le CNA et diagnostiqués comme épileptiques après une interprétation effectuée par un neurologue. Résultats : Cent trente-trois adolescents (96,8‰) étaient inclus. L'âge moyen était de 14,47 ans avec un sex-ratio de 1,14. Les crises épileptiques débutaient entre 12 à 18 ans dont 30,83% avaient un antécédent familial d'épilepsie. Les crises généralisées (53,38%) dominaient la clinique. Les décharges focalisées (78,95%) dans la région frontale étaient les plus fréquentes à l'EEG. L'épilepsie absence de l'adolescent était les plus rencontrées dans (7,52%) des cas. L'épilepsie d'origine indéterminée prédominait dans 80,45% des cas. Conclusion : L'épilepsie chez les adolescents est fréquente. La recherche étiologique reste difficile à Madagascar par le manque de ressource pour réaliser les investigations plus approfondies.

Mots-clés : Age de début, Epilepsie absence de l'adolescent, Crises généralisées tonico-cloniques, Indéterminé, Madagascar

Epidemio-Clinical and Paraclinical Profiles of Epilepsy in Adolescents Seen at the Neurology Center of Antananarivo, Madagascar

Innocent Injakanasy, Resident de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Joseph Raseta Befelatanana,
Université d'Antananarivo, Madagascar

Lala Andriamasinavalona Rajaonarison, Chef de clinique de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Place Kabary Antsiranana,
Université d'Antsiranana, Madagascar

Tanjona Ezakiniaina Mamy Soa Rakotoarijaona, Resident de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Joseph Raseta Befelatanana,
Université d'Antananarivo, Madagascar

Ratsitohara Santatra Razafindrasata, Chef de clinique de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Morafeno Toamasina,
Université de Toamasina, Madagascar

Naliniaina Robert Randrianantoandro, Neurologue

Julien Razafimahefa, Ancien chef de clinique de Neurologie

Alain Djacoba Tehindrazanarivelo, Professeur de Neurologie

Service de Neurologie, CHU Joseph Raseta Befelatanana,
Université d'Antananarivo, Madagascar

Abstract

Introduction: Epilepsy is one of the serious and common chronic neurological conditions affecting people of all ages.. In this study, the objectives were to estimate the raw frequency, to describe the clinical and paraclinical characteristics of epilepsy in adolescents at the Neurology Center of Antananarivo (NCA), Madagascar. Methods: A descriptive, retrospective, and cross-sectional study was conducted from June 12, 2020, to March 2, 2021, in the NCA. It included adolescents aged 12 to 18 with performed an electroencephalogram (EEG) in the NCA and were diagnosed as epileptic after interpretation by a neurologist. Results: One hundred and thirty-three adolescents (96.8%) were included. The mean age was 14.47 years with a sex ratio of 1.14. Epileptic seizures began between 12 and 18 years of age, and 0.83% had a family history of epilepsy. Generalized seizures (53.38%) dominated the clinic. Focused discharges (78.95%) in the frontal region were the most frequent on the EEG. Adolescent absence epilepsy was the most encountered in (7.52%) cases. Epilepsy of undetermined origin predominated in 80.45% of cases. Conclusion : Conclusion: Epilepsy in adolescents is

common. Etiological research remains difficult in Madagascar due to the lack of resources to carry out more in-depth investigations.

Keywords: Age of onset, Absent epilepsy in adolescents, Generalized tonic-clonic seizures, Indeterminate, Madagascar

Introduction

L'épilepsie est définie selon ILAE (International League Against Epilepsy) comme étant une maladie cérébrale répondant à l'un des critères suivants : au moins deux crises non provoquées (ou réflexes) espacées de plus de 24 heures ; une crise non provoquée (ou réflexe) et une probabilité de survenue de crises ultérieures au cours des 10 années suivantes similaire au risque général de récurrence (au moins 60 %) observée après deux crises non provoquées ; diagnostic d'un syndrome épileptique (Scheffer et al., 2017)

En Egypte, la prévalence de l'épilepsie chez les adolescents est de 7,2/1000 (Farghaly et al., 2018). Elle touche surtout les adolescents du genre masculin, avec un sex-ratio de 1,54 (Cui et al., 2019). Le type d'épilepsie est dominé par l'épilepsie focale (Jardak et al., 2012 ; Rowena, Ng. & Hodges, 2020) et 69% des étiologies sont d'origine génétique (Farghaly et al., 2018).

À Madagascar, aucune étude n'a été réalisée à notre connaissance portant sur l'épilepsie chez les adolescents. Cette étude permettra non seulement d'élargir la connaissance des aspects clinico-paracliniques de l'épilepsie chez les adolescents à Madagascar, mais aussi d'avoir des données épidémiologiques exploitables pour les recherches ultérieures.

Méthodes

Il s'agit d'une étude descriptive, rétrospective et transversale qui s'est déroulée sur une période 9 mois allant du mois de Juin 2020 jusqu'au mois de Mars 2021. Elle a pour objectif d'estimer la prévalence et décrire le profil épidémiocliniques et paracliniques de l'épilepsie chez les adolescents vus auprès du Centre de Neurologie d'Antananarivo (CNA), Madagascar. Nous avons inclus dans l'étude : tous les adolescents de 12 à 18 ans qui ont eu un électro-encéphalogramme (EEG) dans le Centre, avec ou sans comorbidités, scolarisés ou non, ayant eu ou non des résultats d'imagerie cérébrale et diagnostiqués comme épileptiques après une interprétation faite par un neurologue. Les paramètres suivants ont été étudiés pour chaque patient : les caractéristiques démographiques (l'âge, le genre, le domicile et le niveau d'instruction), les aspects cliniques (l'âge de début et le type de crise, les antécédents et l'examen clinique), les aspects paracliniques (l'imagerie cérébrale et l'EEG) et l'aspect du tableau de syndrome épileptique chez les adolescents. Nous avons utilisé le logiciel Excel et Word version 2013 pour le traitement et la saisie des données.

Résultats

Nous avons retenu 133 adolescents sur 1373 répondant à nos critères soit une prévalence de 96,8‰.

Parmi ces 133 adolescents, 71 (53,38%) appartenait au genre masculin avec un sex-ratio de 1,14. L'âge moyen était de 14,47 ans. La tranche d'âge la plus concernée est celle de 12 à 15 ans dans 62,41% (n=83). La majorité des adolescents habitaient en zone urbaine dans 67,67% (n=90). Le niveau d'étude secondaire et plus était le plus fréquemment rencontré.

Soixante-quatre adolescents (48,12%) ont débuté leur première crise à partir de l'âge de 12 ans. Les crises généralisées prédominaient le tableau clinique dans 53,38% (n=71). Elles étaient de type surtout tonico-clonique dans 28,57% (n=38) et de type absences dans 19,55% (n=26).

Nous avons trouvé dans les antécédents de nos patients : une histoire familiale d'épilepsie dans 30,83% (n=40), une convulsion fébrile dans 15,04% (n=20), une prématurité dans 12,03% (n=16), une réanimation néonatale dans 9,57% (n=13) et une infection maternelle au décours de la grossesse 2,26% (n=3).

L'examen clinique a mis en évidence que trente (22,56%) adolescents étaient en surpoids et obèses et treize (9,77%) adolescents avaient des déficits neurologiques séquellaires sur leur retard de développement moteur.

Six adolescents (4,51%) ont pu avoir une imagerie cérébrale avec injection (cinq tomodensitométries et une imagerie par résonance magnétique). Un cas de dysplasie corticale a été mis en évidence par l'IRM cérébrale. Un cas d'atrophie cortico-frontale a été identifié au scanner cérébral.

L'EEG a retrouvé des décharges focales à type de pointe ou de pointe lente dans 78,95% (n=112) des cas. Elles se localisaient au niveau frontale (n=62), pariétale (n=47), temporale (n=41) et occipitale (n=1).

L'épilepsie focale était le type d'épilepsie le plus fréquent (62,92%), suivi de l'épilepsie généralisée (32,33%) et de l'épilepsie généralisée focale combinée (0,75%). Les syndromes épileptiques étaient de type : épilepsie absence de l'adolescent (n=10), épilepsie bénigne à paroxysme rolandique (n=3), épilepsie myoclonique juvénile (n=2), épilepsie grand mal de l'adolescent (n=1) et une épilepsie infantile à paroxysme occipitale tardive (n=1).

Les étiologies de l'épilepsie étaient indéterminées dans 80,45% (n = 107), génétiques dans 18,04% (n=24) et structurelles et métaboliques dans 1,50% (n=2).

Discussion

Nous avons trouvé une prévalence de 96,8/1000 durant cette période. Cette prévalence est largement supérieure à l'étude menée en Iran (Ebrahimi

et al., 2012) dont la prévalence était de 8,6/1000 ou encore dans l'étude faite en Egypte (Farghaly et al., 2018), où ils avaient trouvés une prévalence de 7,2/1000. La différence de méthode de recrutement entre l'étude de Farghaly et al, 2018 (technique de porte à porte en faisant un dépistage puis un diagnostic des habitants de moins de 18 ans) et notre étude (réalisée dans un centre spécialisé et de référence de l'épilepsie) explique la hausse du nombre de population recruté dans la présente étude.

Nous avons trouvé un âge moyen de 14,47 ans. Il est proche à l'étude de (Cui et al., 2019) et de (Rousselle, 2016) qui avaient trouvé un âge moyen respectivement : 14,4 ans et 14 ans. Ceci est probablement dû à la prédominance élevée de populations dans cette tranche d'âge (moins de 17 ans) ailleurs qu'à Madagascar (INSTAT MADAGASCAR, 2020).

La tranche d'âge la plus concernée a été celle de 12 à 15 ans soit 62,41% des adolescents. L'adolescence se situe autour de 11 à 13 ans. La puberté est une période de modifications hormonales surtout sur l'axe hypothalamo-hypophysio-ovarien. La puberté joue un rôle dans l'apparition d'une épilepsie chez les adolescents et influence l'excitabilité neuronale par une modification évolutive et l'apparition d'une épilepsie (Lemahafaka et al., 2019). Cependant l'étude faite par (Sidig et al., 2011.) avait trouvé une prédominance d'âge supérieur à 15 ans dans 66,66% qui pourrait être expliqué par le mode de recrutement de leur population d'étude.

Le genre masculin prédominait dans 53,38% avec un sex-ratio de 1,14. Le profil clinique de nos patients rejoint celui de la littérature comme rapporté dans l'étude de (Sidig et al., 2011.), de (Cui et al., 2019), de (Ebrahimi et al., 2012), et de (Rousselle, 2016.) où les adolescents épileptiques du genre masculin sont plus nombreux que le genre féminin. L'épilepsie affecte les deux genres même si les hommes sont plus touchés par la maladie. La raison reste encore inconnue mais il semble que certains des facteurs de risque, comme les traumatismes, sont plus fréquents chez les hommes (Sidig et al., 2011.). À Madagascar, les adolescents représentent 25,5% de la population d'après le dernier recensement et le genre masculin prédomine avant l'âge de 17 ans (INSTAT MADAGASCAR, 2020). En revanche, (Farghaly et al., 2018), et (Jardak et al., 2012.), Smith et al (Smith et al., 2018) ont rapporté une prédominance du genre féminin.

Notre étude a été menée dans un centre-ville de Madagascar rapportant 67,67% de cas (n=90) d'adolescents recrutés vivant en milieu urbain. Pareil que l'étude de Farghaly et ses collaborateurs réalisée à Asyut, en Égypte rapportant des adolescents habitant en zone urbaine dans 82,1% (n=69) des cas.

La majorité des adolescents ont débuté leur première crise après l'âge de 12 ans. Ce résultat est similaire à l'étude de (Jardak et al., 2012.) qui ont trouvé que l'âge moyen de début était de $12,9 \pm 2,1$ ans. Par contre, (Farghaly

et al., 2018) ont trouvé une prédominance d'âge de début entre 1 à 6 ans. Cette différence est due au mode de recrutement des patients. Dans cette étude, nous avons inclus que les adolescents de 10 à 18 ans. Ils ont recruté des enfants de moins de 18 ans composé à presque dans la moitié des cas d'enfant de moins de 12 ans.

La crise généralisée tonico-clonique prédominait dans 28,57% (n=38) des cas. Fargaly et ses collègues ont également constaté cette prédominance de la crise généralisée tonico-clonique (51,2%). La crise généralisée est le type de crise qui inquiète surtout les parents et les amène à consulter les médecins. De plus certains type de crise comme l'absence sont difficile à diagnostiquer.

Nous avons trouvé surtout une histoire familiale d'épilepsie dans 30,83% (n=40) et une convulsion fébrile dans 15,04% (n=20) dans les antécédents de nos patients. Nos données se rapprochent de l'étude réalisée par (Rabie & Marei, 2016) qui a trouvé 28,2% d'adolescent avec une histoire familiale d'épilepsie et 16,4% avaient eu un antécédent de convulsion fébrile. Et une proportion encore plus élevée (56%) a été vue aussi dans l'étude de (Lekoubou et al., 2012).

Nous avons trouvés que 22,56% des adolescents sont en surpoids et obèses. L'examen neurologique a mis en évidence un déficit neurologique séquellaire dans 9,77% des cas. Elle est proche du résultat trouvé par (Rowena, Ng. & Hodges, 2020) qui ont trouvés 33,33% d'adolescent obèses. En effet, les antiépileptiques peuvent entraîner la prise de poids. La plupart des adolescents de notre étude étaient déjà sous anti-épileptique avant la consultation auprès du centre neurologique. Selon (Sidig et al., 2011) un examen neurologique normal est retrouvé dans 84,16% des cas. C'est un point important de l'investigation étiologique car les adolescents présentant une anomalie à l'examen clinique ont eu une épilepsie focale.

Seuls 6 (4,51%) adolescents ont pu réaliser une imagerie cérébrale. Alors que dans l'étude de (Sidig et al., 2011), tous les patients ont eu une IRM cérébrale avec injection. L'IRM encéphalique avec injection reste le gold standard en matière d'exploration structurelle du cerveau devant une épilepsie. L'accès à cette exploration est chère à Madagascar d'autant plus que nous ne disposons pas de sécurité sociale comme dans les pays développés.

La majorité des adolescents (112 soit 78,95%) ont eu des décharges focales à l'EEG dont 62 (46,62%) ont été trouvées au niveau frontal. Vingt et un (21,05%) adolescents ont eu des décharges généralisées. Cette étude est similaire à l'étude menée par Hodges, qui ont trouvé une prédominance de décharges focalisées chez 21 (70%) adolescents et des décharges généralisées chez 9 (30%) (Rowena, Ng. & Hodges, 2020). Par contre, l'étude de Sidig et al rapportait que la majorité des adolescents (412 soit 86,4%) ont eu des décharges généralisées et 68 (13,6%) ont eu des décharges focalisées (Sidig et

al., 2011). Ces différences de résultat sont probablement dues à la différence des étiologies dont le nôtre est surtout supposé d'origine structurelle que génétique.

L'épilepsie était dominée surtout par les épilepsies focales dans 62,92% des adolescents. Elle était similaire à l'étude menée par Hodges (Rowena, Ng. & Hodges, 2020) mais aussi par (Jardak et al., 2012). Des facteurs périnataux comme l'asphyxie néonatale, la prématurité ainsi que les infections materno-fœtales sont encore des situations fréquentes à Madagascar. Elles occasionnent des lésions structurelles focalisées. En plus, des infections comme la neurocysticercose reste présent dans la population pédiatrique à l'origine d'une épilepsie focale à Madagascar.

L'épilepsie absence de l'adolescent prédominait parmi les syndromes épileptiques dans notre étude (n=10). L'étude de (Jardak et al., 2012.) a trouvé une prédominance de l'épilepsie myoclonique juvénile. Ceci est expliqué probablement par la différence des anomalies génétiques d'un pays et d'une ethnie à l'autre.

L'étiologie de l'épilepsie était indéterminée dans 80,45% de cas (n=107). Ce résultat est différent de celui de Farghaly et al (Farghaly et al., 2018) en Egypte dont la cause indéterminée n'est trouvée que dans 8,3% de cas. L'absence de l'imagerie chez la plupart des adolescents limitait la connaissance de l'étiologie de l'épilepsie chez nos patients. Ceci vient du fait de l'absence de couverture sanitaire prenant en charge nos patients d'un côté et de l'accessibilité limité à l'IRM encéphalique ou aux tests génétiques qui restent relativement chère pour nos patients.

Conclusion

L'épilepsie chez les adolescents est fréquente dans notre étude. Cliniquement, elle se présente surtout par des crises généralisées chez un garçon aux alentours de 14 ans ayant eu une histoire familiale de crises épileptiques. L'examen physique est généralement normal. Les examens complémentaires montrent des décharges focalisées à l'EEG. Le syndrome épileptique est dominé surtout l'épilepsie absence de l'adolescent. L'épilepsie d'origine indéterminée dominait le tableau étiologique.

Cette étude a permis de découvrir les types de crises, d'épilepsie ainsi que le syndrome épileptique et les étiologies de l'épilepsie chez les adolescents dans le CNA. Elle nous montre aussi la difficulté pour des patients malagasy à réaliser les examens complémentaires ayant un coût exorbitant par rapport aux revenus moyen de base.

Études humaines

Nous avons demandé l'autorisation du responsable du Centre de neurologie d'Antananarivo avant la réalisation de l'enquête. Les secrets

professionnels et médicaux ont été respectés. L'anonymat de l'identité de chaque patient est aussi respecté en utilisant des codes pour ne pas révéler les noms.

Conflits d'intérêts: Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

References:

1. Cui, C., Li, S., Zheng, X., Cheng, W., & Xia, Q. (2019). Health Assessment of Chinese Adolescents with Epilepsy in the Preparatory Phase of Transition Process from Pediatric to Adulthood:A Single-Center Study Using the Omaha System. *Journal of Pediatric Nursing*, 49, 2-7.
2. Ebrahimi, H., Shafa, M., & Asl, S. H. (2012). Prevalence of Active Epilepsy in Kerman, Iran : A House Based Survey. 21(3), 115-122.
3. Farghaly, W. M., Abd Elhamed, M. A., Hassan, E. M., Soliman, W. T., Yhia, M. A., & Hamdy, N. A. (2018). Prevalence of childhood and adolescence epilepsy in Upper Egypt (desert areas). *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 54(34), 1-7.
4. INSTAT Madagascar. (2020). Troisième recensement général de la population et de l'habitation. https://madagascar.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/resultat_globaux_rgh3_tome_01.pdf.
5. Jardak, F., Hsairi, I., Chtourou, E., Ellouze, E., Mziou, M., Kamoun, F., & Triki, C. (2012). Caractéristiques du syndrome de Lennox-Gastaut faisant suite à un syndrome de West : Étude de 20 cas. *revue neurologique*, 168, 1-48.
6. Lekoubou, A., Kengne, A. P., Fezeu, L., & Mbanya, J. C. (2012). Determinants of active convulsive epilepsy in rural Cameroon : A population based case-control study. *Neurological Research*, 34(2), 159-162.
7. Lemahafaka, G. J., Fenomanana, S. M., & Tehindrazanarivelo, A. D. (2019). Epilepsie et santé de la reproduction : Enjeux et perspectives. *Pan African Medical Journal*, 34(81), doi: 10.11604/pamj.2019.34.81.19366.
8. Rowena, Ng. & Hodges, E. (2020). Predictors of behavioral dysregulation and social dysfunction in pediatric patients with epilepsy and obesity : Developmental timing matters. *Epilepsy & Behavior*, 111, 1-4.
9. Rabie, F. M., & Marei, N. (2016). Prevalence and Determinants of Epilepsy among School Children in Aseer Region- KSA. *Journal of Education and Practice*, 7(21), 149-153.

10. RAZAFINDRAHAJA V. T. (2007). Neurocysticercose : epidemio-clinique et cout de prise en charge [Thèse de doctorat], Université d'Antananarivo, Madagascar.
11. Rousselle, A. (2016). Épilepsies chez les adolescents à la Réunion, comparaison entre le vécu de l'adolescent et le ressenti de ses parents. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01563948>.
12. Scheffer, I. E., Berkovic, S., Capovilla, G., Connolly, M. B., French, J., Guilhoto, L., Hirsch, E., Jain, S., Mathern, G. W., Moshé, S. L., Nordli, D. R., Perucca, E., Tomson, T., Wiebe, S., Zhang, Y., & Zuberi, S. M. (2017). ILAE classification of the epilepsies : Position paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology. *Epilepsia*, 58(4), 512-521.
13. Sidig, A., Hussein, A., Yassien, F., Hamad, A., Saad, M., Mubark, B., & Aldar, M. M. (2011). The pattern of clinical presentation of epilepsy among adolescence Sudanese epileptic patients, 3(1), 1-7.
14. Smith, A. W., Mara, C., Ollier, S., Combs, A., & Modi, A. C. (2018). Rebellious Behaviors in Adolescents with Epilepsy. *Journal of Pediatric Psychology*, 43(1), 52-60.

Exploring Generalized Anxiety Disorder in Third-Year Medical Students: A Cross-Sectional Study Investigating Treatment-Seeking Attitudes

Noman Mansoor

Aimen Warsi

Mahnoor Khan

Karachi Medical and Dental College, Pakistan

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p97](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p97)

Submitted: 24 May 2023

Accepted: 24 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Mansoor N., Warsi A. & Khan M. (2023). *Exploring Generalized Anxiety Disorder in Third-Year Medical Students: A Cross-Sectional Study Investigating Treatment-Seeking Attitudes*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 97.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p97>

Abstract

Objective: This study analyzes the levels and rates of generalized anxiety among third-year medical students and what prevents them from seeking treatment. It is an observational, prospective, cross-sectional study conducted among the students of third-year MBBS studying at Karachi Medical and Dental College. The questionnaire, which consisted of 17 questions, was sent out online among all the 254 students studying in their third year in college. The response rate was 35%. The responses were collected, evaluated, and analyzed using IBM SPSS 22 software (presented using counts and percentages). **Results:** Our study showed that 36% of students were facing mild, 25.1% of students were facing moderate and 36% of the students were facing a severe form of generalized anxiety. When it comes to what prevents them from seeking treatment for their condition, 10(5.2%) have no access to a psychiatrist, 16(8.3%) feel shy sharing their problem with the doctor and 4(2.1%) feel like there is no solution to their condition. 14(7.3%) cannot afford treatment, and 12(6.3%) do not want people, relatives, or parents to know that they seek treatment for anxiety. 38(19.8) feel like they can deal with it on their own, 23(12%) feel like it will get better on their own whereas 16(8.3%) are very busy because of medical college and do not have time to seek treatment. 12(6.3%) do not have the

energy, 29(15.1%) feel like it is just a phase, and they will get through it and 18(9.4%) feel like they do not need treatment for their condition. Conclusion: Awareness about mental health among medical students is a topic that must be focused on to a greater degree, to protect the future generations of doctors and help each of them individually to overcome their mental health problems.

Keywords: Generalized anxiety disorder, medical students, mental health, mental health stigma, mental wellness

Introduction

A clinically significant disturbance in a person's cognition, emotional control, or behavior is defined as a mental disorder (WHO 2022). A mental health disorder affected an estimated 792 million people in 2017. This represents slightly more than one in every ten people worldwide (10.7%). Anxiety disorders accounted for the highest percentage of all mental disorders, affecting approximately 284 million people (3.8%) in 2017 (Dattani 2018). Mental disorders were estimated to cause 418 million disability-adjusted life years (DALYs) in 2019 (16% of global DALYs), a more than three-fold increase over conventional estimates (Arias et al. 2022). High levels of anxiety affect individuals from all domains of life, and medical students are no exception to this.

Generalized anxiety disorder (GAD) is characterized by a continuous feeling of worry or anxiety that interferes with daily activities. It is not the same as worrying or feeling nervous from time to time due to stressful life situations. People who have GAD frequently experience anxiety for months, if not years (NIH 2022). According to a global meta-analysis from 2019, more medical students than the general population (33.8%) experience anxiety. It also revealed that when comparing medical students during their pre-clinical years to those in their clinical years, a slightly higher prevalence of anxiety was observed among the latter group (Travis Tian-Ci Quek 2019).

Medical clerkship encompasses a phase of clinical rotations that medical students undergo during their third year. It serves as a crucial link between theoretical classroom learning and practical clinical experience, providing a fundamental basis for future clinical practice. The abrupt transition into the demanding clinical environment can have psychological implications on the mental well-being of medical students, including the potential emergence of a generalized anxiety disorder (GAD), impacting the mental well-being of medical students (David S Baldwin et al., 2005).

Building strong personal and professional relationships is crucial for preserving one's emotional equilibrium, which benefits overall well-being (Supervia et al. 2021). Therefore, adopting a healthy lifestyle must be seriously considered by the student, as a chaotic lifestyle can draw numerous

health risks. Although they can still be tolerated in the early stages of youth, problems may deteriorate further as they age (Zhang et al. 2021).

The high levels of stress and constant worrying of medical students about their studies, coupled together with an unhealthy lifestyle, lack of proper care for their diet, and lack of physical activity that most of the medical students have adopted, may be one of the causes of these high levels of anxiety (Abdulghani et al. 2011). These students get so occupied that they feel like they barely have time for other things, adding to the problem. A large proportion of people also fear being judged by their relatives, parents, and even friends due to the social stigma attached to it, a phenomenon that is very common in South Asian countries (Naveed et al. 2020).

Methodology

This is an observational, prospective, cross-sectional study of medical students in the third-Year studying at Karachi Medical and Dental College. The sampling method was simple random sampling. The study is divided into two parts. The first part deals with assessing the levels of generalized anxiety in third-year medical students. The second part deals with the willingness of these students to seek treatment for their condition. The data was collected between December 26th, 2022 to March 20th, 2023. The questionnaire was sent to the online class forum and was accessible throughout the period. It was also distributed through WhatsApp, Facebook, and Instagram social media platforms.

The questionnaire consisted of 17 questions divided into 3 sections. Section 1 dealt with the demographics of the students. Section 2 had questions related to Generalized Anxiety Disorder, the questions being derived from the self-reported version of the Generalized Anxiety Disorder Questionnaire for DSM-IV (GA-DSM-IV). A score ≥ 10 is noted as mild anxiety, ≥ 15 is moderate and a score ≥ 20 is severe anxiety. The students were required to fill this section of the form based on their experience of the mentioned problems/questions over the past 2 weeks. The third section dealt with questions related to their willingness to visit a medical practitioner for their problems. The completed questionnaires were then collected and analyzed using the IBM SPSS 22 software and are presented by means of graphs, counts and percentages.

Results

Out of the 250 students in the third year, 89 responded, making the response rate 35%. The low response rate can be attributed to the lack of time that the students have due to the start of their clinical rotations in the Third Year. The mean age \pm SD of our sample was 21.3 ± 0.89 . Out of a total of 89 responses, the majority {65(73%)} were females and the rest 24(27%) were

males. This can be attributed to a higher number of females being present overall in the respective batch (201 females vs 51 males). The students were asked questions from the self-reported version of the Generalized Anxiety Disorder Questionnaire for DSM-IV (GA-DSM-IV) which are summarized below.

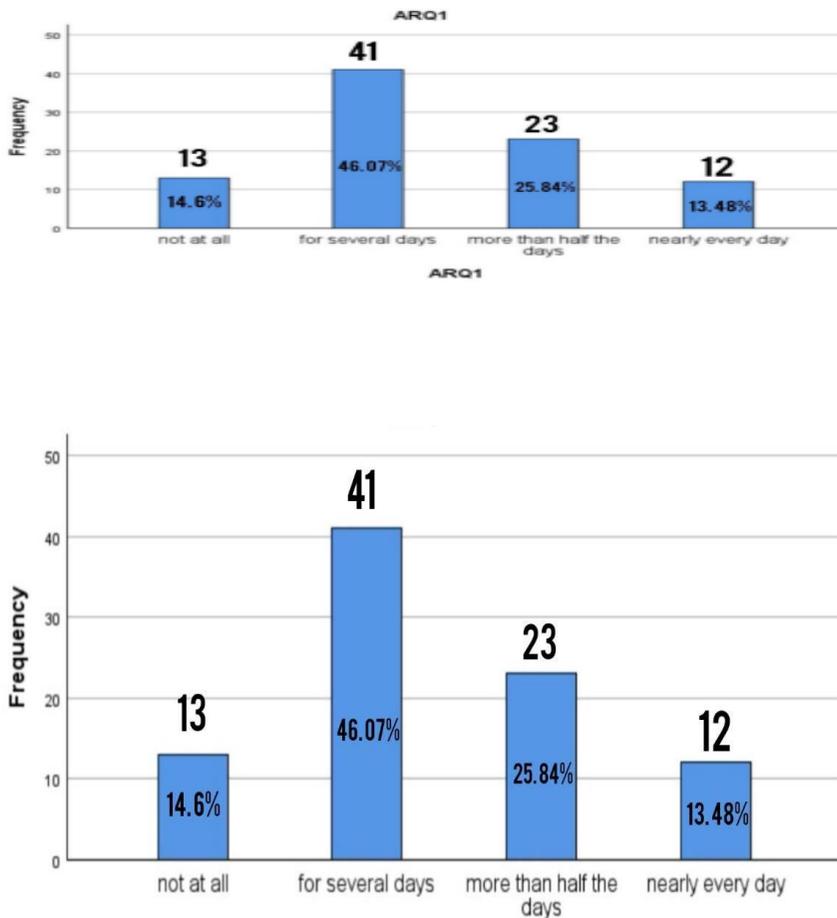


Figure 1. Excessive anxiety or worry about a number of events or activities?

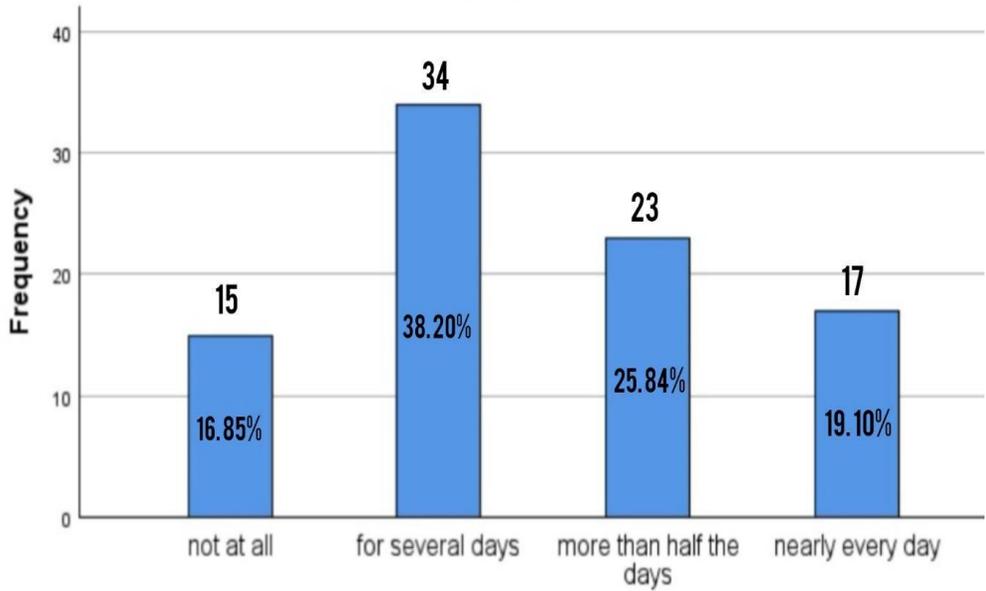


Figure 2. Finding it difficult to control worrying?

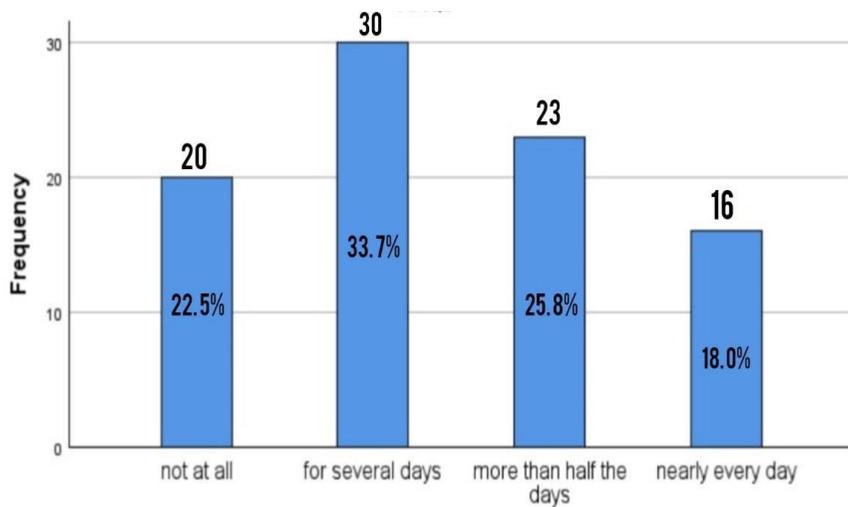


Figure 3. Feeling restless, keyed up or on the edge?

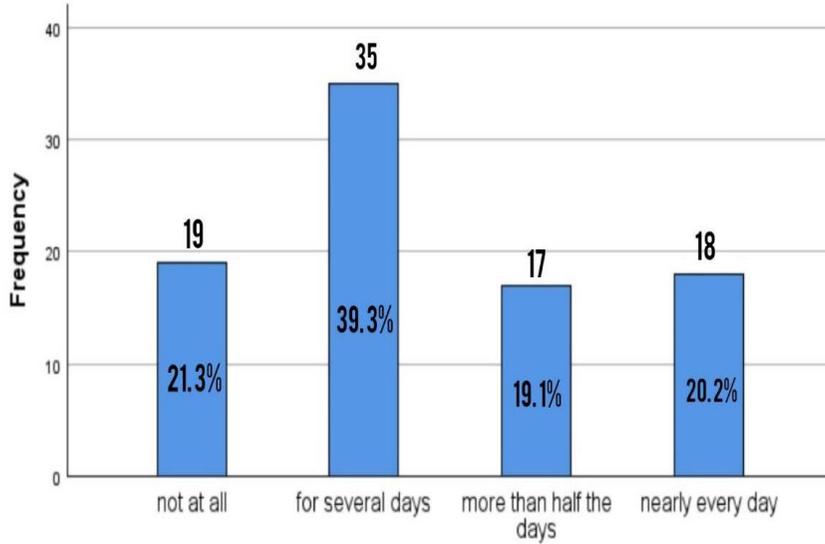


Figure 4. Being easily fatigued?

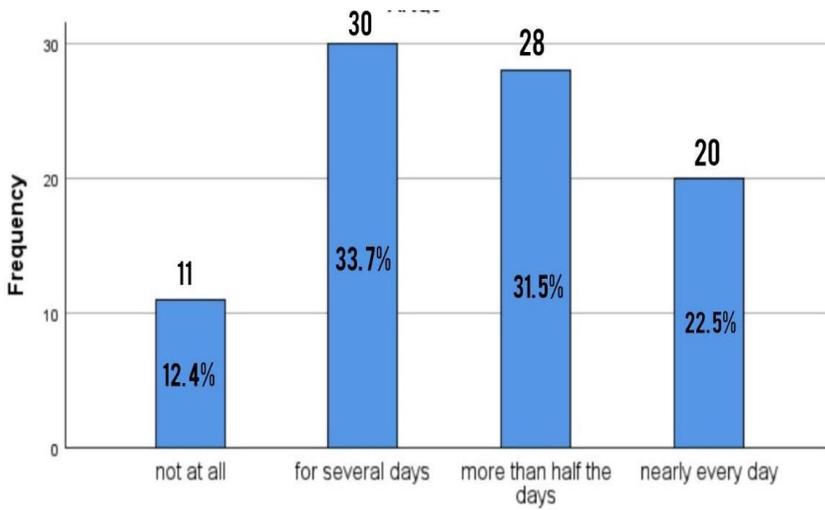
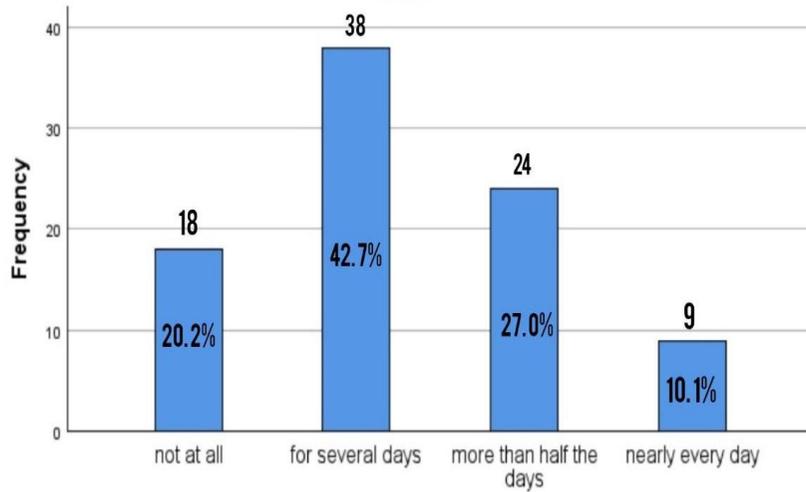


Figure 5. Difficulty concentrating or mind going blank?



Fifgure 6. Being irritable?

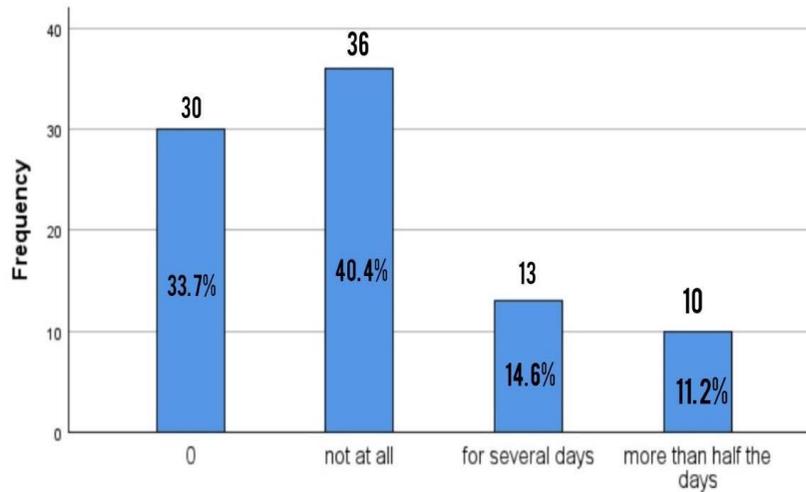


Figure 7. Having muscle tension?

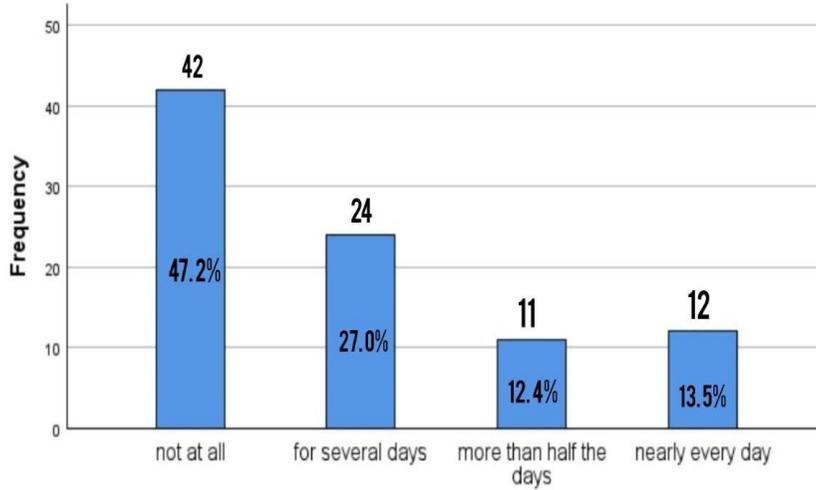


Figure 8. Having disturbed sleep, such as difficulty falling asleep, difficulty staying asleep or restless unsatisfying sleep?

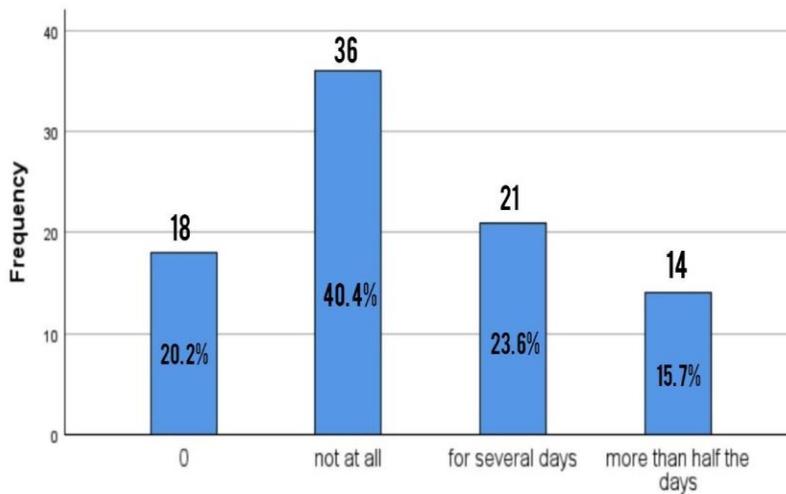


Figure 9. Feeling distressed because of these problems?

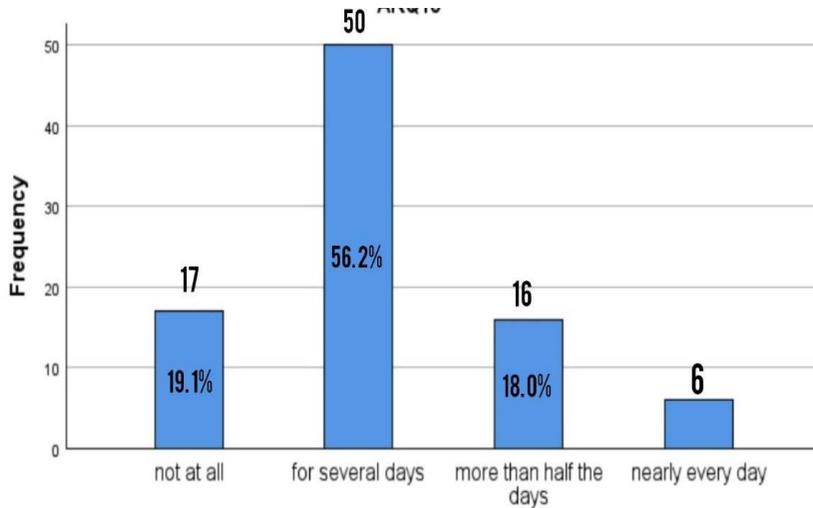


Figure 10. How difficult have these problems made it for you to do work, take care of things at home, or get along with other people?

Given below is a chart that summarizes the levels of anxiety among these studies.

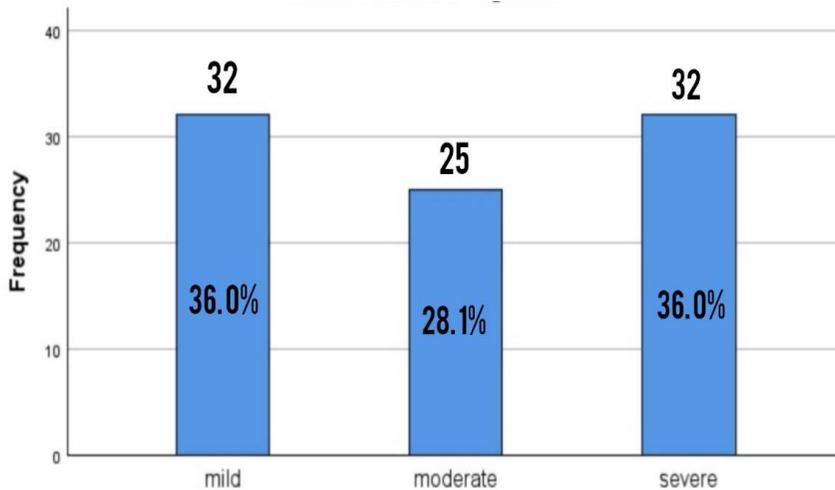


Figure 11. GA-DSM-IV score of participants

Out of 89, 32 participants were dealing with a mild form of anxiety, 25 with a moderate form and 32 with a severe form of anxiety. Next, a comparative analysis was performed between gender, age and GA-DSM-IV score

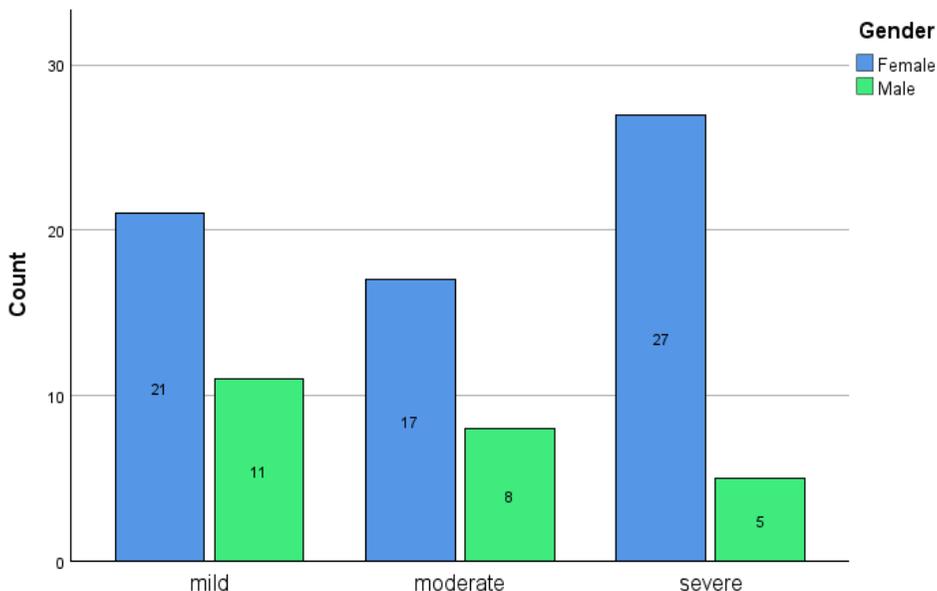


Figure 11. Levels of anxiety in 3rd Year medical students.

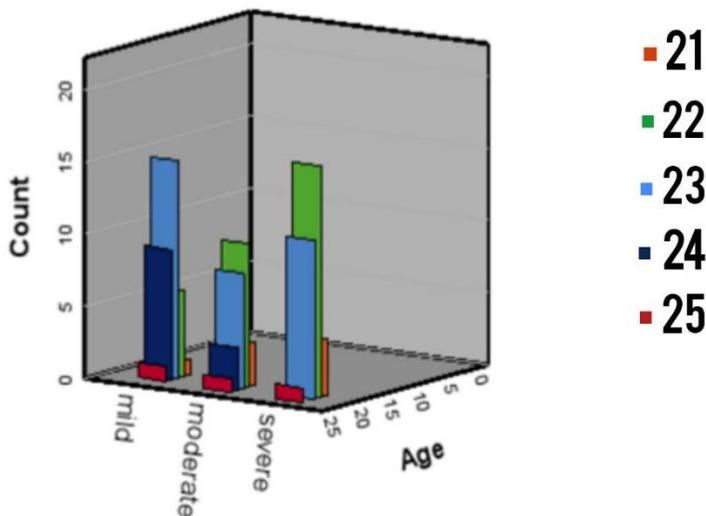


Figure 12. 3-D Bar count of GA-DSM-IV score by age.

After analyzing the data, we can conclude that females had a higher percentage of the level of generalized anxiety, whereas those above this age had a lower frequency. This can be attributed to females being more prone to anxiety itself, as shown by a study conducted by Fatemeh Bahrami et al.,

concluding that females had a higher level of thoughts of anxiety. When a comparative analysis on age was performed, it was found that individuals aged 20-23 had a higher level of generalized anxiety than those above this age. This may be due to the person not being fully matured, still experiencing cognitive development, and perceiving things superficially.

Next, we assessed the willingness of the students to seek treatment for their condition. The results showed that 71.9% (64) were not seeking treatment. Only 9% (8) were seeking treatment and 19% (17) did not feel the need to seek treatment for anxiety. When asked about their willingness to seek treatment, 37.1% (33) were not willing to seek treatment, 38.2% (34) were willing to seek treatment and 24.7% (22) felt like they did not need treatment for anxiety. When asked whether the social stigma regarding anxiety affects their decision to seek treatment, 71.9% (64) answered no, 14.6% (13) answered yes and 13.5% (12) did not feel the need to seek treatment for anxiety. When asked what prevents them from seeking treatment for their symptoms, the following chart was derived.

| | Responses | | Percent of Cases |
|---|------------|---------------|------------------|
| | N | Percent | |
| I have no access to a doctor or a psychiatrist | 10 | 5.2% | 11.4% |
| I feel shy sharing my problems with the doctor | 16 | 8.3% | 18.2% |
| I feel there is no solution to my condition | 4 | 2.1% | 4.5% |
| I can't afford treatment | 14 | 7.3% | 15.9% |
| I don't want people, relatives or parents to know that i visit a medical professional to seek treatment | 12 | 6.3% | 13.6% |
| I feel like I can deal with it on my own | 38 | 19.8% | 43.2% |
| I feel like it will get better on it's own | 23 | 12.0% | 26.1% |
| I'm very busy because of medical school, I don't have time to seek treatment | 16 | 8.3% | 18.2% |
| I don't have the energy | 12 | 6.3% | 13.6% |
| I feel like it's just a phase, I'll get through it | 29 | 15.1% | 33.0% |
| I feel like I do not need treatment for anxiety | 18 | 9.4% | 20.5% |
| Total | 192 | 100.0% | 218.2% |

Chart 1. What prevents you from seeking treatment for anxiety?

After analyzing the data, it was found that only a small proportion (9%) were seeking treatment for anxiety, whereas there is not much of a difference in the willingness to seek treatment (37.1 vs 38.2). Social stigma did not seem to play a major role in this decision, as majority of the population's (71.9%) decision was not affected by it. The majority of the population with anxiety feels that they can deal with it on their own (43.2%) and it is just a phase that they will get through (33%). Another major portion of the population did not feel the need to seek treatment (20.5%).

Discussion

According to our survey medical students are aware of mental health illnesses and most of them are open to seeking help (71.9%). Globally, about one in three medical students have anxiety—a prevalence rate that is higher than the general population (Quek et al. 2019). It is to be noted that 36% of our student population suffers from a severe form of generalized anxiety, an alarmingly high number. Educational practice demands and stress causes a negative effect on the student's psychological well-being. This condition can precipitate depression and anxiety (American psychological association 2013) The transition from basic science training to clinical training has been identified as a crucial stage of medical education regarding student stress (Helmerts et al 1997).

This transition, which occurs in the third year in most medical schools in Pakistan, may be one of the causes of the increased and constant levels of anxiety seen in these students. Additionally, many factors are thought to lead to the high levels including academic workload, consequent sleep deprivation, financial burden, exposure to deaths of patients, and student abuse (Guthrie et al. 1995).

Our results also demonstrated that the female population had higher rates and levels of generalized anxiety. Since the number of female students in most medical colleges in Pakistan is higher than males (53 males vs 201 females at Karachi Medical and Dental College in third year MBBS), this finding can be ascribed to this factor. The higher rates of anxiety in females are also concomitant with the study conducted by Bahrami et al. which also concludes that females have an overall higher state of anxiety due to their thought control techniques and metacognitive beliefs, which result in emotional and neurotic issues, making them more vulnerable to anxiety than males. In South Asian societies like Pakistan, women are usually married at an earlier age thus putting an additional strain on them. This is also collateral with our results which prove that at a younger age, students especially females are more prone to developing higher levels of anxiety.

In our study, 5.2% of students pointed out that they do not have access to a doctor or a psychiatrist. This can be due to these students living in remote

areas, financial dependency as well as an overall shortage of psychiatrists in healthcare as indicated by Sikander, revealing that only 500 psychiatrists are present for a population of 200 million people in Pakistan. Many individuals first seek help from complementary practitioners or spiritual or faith healers as they have less faith in the therapeutic interventions as currently delivered. Such inadequacies lead individuals to use both traditional as well as alternate healers (Shanaya Rathod 2017).

From our study group, 8.3% of the students felt shy about sharing their problems with doctors. This may be a natural tendency or the result of inconsistent parenting, including being more overprotective, less warm, and supportive, and less encouraging of autonomy and independence (Lucia et al. 2017). Inconsistent parenting can also lead to individuals bearing high levels of anxiety, as is proven by a study by Yose Yaffe, concluding that Parents with non-authoritative parenting styles (such as overprotective, authoritarian, and neglectful ones) who frequently use exaggerated (such as preventing autonomy), harsh, or inconsistent control are more likely to raise children and adolescents with anxiety disorders.

In our sample, 2.1% of the students felt that there was no solution to their condition. The low response rate could be due to medical students' adequate knowledge of medical sciences as well as psychological conditions and the management that they study during their medical school years. 7.3% of the students pointed out the lack of affordability of treatment. Since Pakistan is a low-income country and most of the students in the government sector come from a low-middle-income households plus the added scarcity of psychiatrists, availing a treatment option would only be an addition to their financial stress.

According to our study, 6.3% of the students did not want people to know that they seek professional medical help for their mental health. This can be highly related to another question asked in the questionnaire about the social stigma revolving around mental health, where 14.6% of our study populations' decision was altered due to the stigma attached to mental health. These attitudes consequently lead to greater public stigma, negative attitudes, and social rejection (Schomerus et al., 2011). In Asian cultures, being diagnosed with a mental illness is thought to reflect the patient's family weakness and is perceived to be shameful (Roland Littlewood et al. 2007)

In our sample, 19.8% of the students preferred dealing with their condition on their own and 12% of our population sample felt like it will get better on its own. In medical colleges, students get so occupied with their studies, as shown by our data where 8.3% of our study population did not plan to seek treatment because of their busy schedule that they prioritize it rather than their wellbeing. This fact, in addition to the constant state of stress that these students are in and the lack of energy that medical students have, as

shown by our data where 6.3% of the students felt like they did not have the energy to seek treatment, tend to make these students relate this anxiety with their constant state of stress and burnout. Medical students are at a higher risk of developing physical and mental health problems as compared to non-medical students due to academic stress (Hamza M Abdulghani et al. 2011). This can also be partly attributed to the fear of a definitive diagnosis (also known as nosophobia), as demonstrated by a case study by Janet et al.

According to the answers provided, 15.1% of the students feel like it is just a phase, and they will get through it, while 9.4% of the study population thought that they do not require treatment for anxiety. This can again be attributed to the lack of time as well as high levels of stress that they think are a part of their routine life or they are so negligent of their health or fear of a definitive diagnosis that they prefer not to seek help.

Conclusion

Our study concludes that medical students deal with high levels of anxiety, and most of them are not seeking treatment for it. High stress levels, coupled with a busy schedule and lack of recreational time can make them prone to developing anxiety. There is not a major difference in the willingness to seek treatment. It is to be highlighted that contrary to cultural and social beliefs, social stigma did not have an impact on the students' decision-making to acquire treatment for anxiety. From the population of students unwilling to seek treatment, the predominant traits noted were that they either disregarded their mental problem, believing it will get better on its own, or believing it is just a phase, thereby neglecting treatment.

Acknowledgments: None to declare.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest regarding the article.

Funding disclosure: None to be declared.

References :

1. World Health Organization: WHO. (2022). Mental disorders. [www.who.int](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders#:~:text=A%20mental%20disorder%20is%20characterized,different%20types%20of%20mental%20disorders) <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders#:~:text=A%20mental%20disorder%20is%20characterized,different%20types%20of%20mental%20disorders>
2. Dattani, S. (2021, August 20). *Mental Health*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/mental-health>

3. Arias, D., Saxena, S., & Verguet, S. (2022). Quantifying the global burden of mental disorders and their economic value. *EClinicalMedicine*, 54, 101675. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101675>
4. *Generalized Anxiety Disorder: When Worry Gets Out of Control*. (n.d.). National Institute of Mental Health (NIMH). <https://www.nimh.nih.gov/health/publications/generalized-anxiety-disorder-gad>
5. Quek, Tam, Tran, Zhang, Zhang, Ho, & Ho. (2019). The Global Prevalence of Anxiety Among Medical Students: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(15), 2735. doi:10.3390/ijerph16152735
6. Baldwin, D. S., Anderson, I. M., Nutt, D. J., Bandelow, B., Bond, A., Davidson, J. R., den Boer, J. A., Fineberg, N. A., Knapp, M., Scott, J., Wittchen, H. U., & British Association for Psychopharmacology (2005). Evidence-based guidelines for the pharmacological treatment of anxiety disorders: recommendations from the British Association for Psychopharmacology. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*, 19(6), 567–596. <https://doi.org/10.1177/0269881105059253>
7. Supervia P. U., Robres A. Q. (2021). Emotional Regulation and Academic Performance in the Academic Context: The Mediating Role of Self-Efficacy in Secondary Education Students, *Int J Environ Res Public Health*, 18(11):5715.
8. Zhang, Y., Chen, C., Pan, X., Guo, J., Li, Y., Franco, O. H., Liu, G., & Pan, A. (2021). Associations of healthy lifestyle and socioeconomic status with mortality and incident cardiovascular disease: two prospective cohort studies. *BMJ*, n604. <https://doi.org/10.1136/bmj.n604>
9. Abdulghani, H. M., Alkanhal, A., Mahmoud, E., Ponnampuruma, G., & Al-Faris, E. A. (2011). Stress and Its Effects on Medical Students: A Cross-sectional Study at a College of Medicine in Saudi Arabia. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 29(5). <https://doi.org/10.3329/jhpn.v29i5.8906>
10. Naveed, S., Waqas, A., Chaudhary, A. M. D., Kumar, S., Abbas, N., Amin, R., Jamil, N., & Saleem, S. (2020). Prevalence of Common Mental Disorders in South Asia: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.573150>
11. Bahrami, F. (2011, January 1). *Females Are More Anxious Than Males: A Metacognitive Perspective*. PubMed Central (PMC). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3939970/>

12. College students' mental health is a growing concern, survey finds. (n.d.). <https://www.apa.org/monitor/2013/06/college-students>
13. Helmers KF, Danoff D, Steinert Y, Leyton M, Young SN. "Stress and depressed mood in medical students, law students, and graduate students at McGill University." *Acad Med.* 1997 Aug; 72(8):708-14.
14. Guthrie, E. A., Black, D., Shaw, C. M., Hamilton, J., Creed, F. H., & Tomenson, B. (1995). Embarking upon a medical career: psychological morbidity in first year medical students. *Medical education*, 29(5), 337–341. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1995.tb00022.x>
15. Sikander, S. (2020). Pakistan. *The Lancet Psychiatry*, 7(10), 845. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(20\)30387-4](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(20)30387-4)
16. Rathod, S., Pinninti, N., Irfan, M., Gorczynski, P., Rathod, P., Gega, L., & Naeem, F. (2017). Mental Health Service Provision in Low- and Middle-Income Countries. *Health services insights*, 10, 1178632917694350. <https://doi.org/10.1177/1178632917694350>
17. Lucia, P., & Franca, T. (2017). Associations between Shyness and Maternal and Paternal Bonds across Adolescence. *Journal of Psychology & Clinical Psychiatry*. <https://doi.org/10.15406/jpcpy.2017.07.00451>
18. Yaffe, Y. (2021). A narrative review of the relationship between parenting and anxiety disorders in children and adolescents. *International Journal of Adolescence and Youth*, 26(1), 449–459. <https://doi.org/10.1080/02673843.2021.1980067>
19. Schomerus et al. (2011) Schomerus G, Lucht M, Holzinger A, Matschinger H, Carta MG, Angermeyer MC. The stigma of alcohol dependence compared with other mental disorders: a review of population studies. *Alcohol and Alcoholism*. 2011; 46:105–112. doi: 10.1093/alcalc/agq089.
20. Littlewood, R.; Jadhav, S.; Ryder, A.G. A cross-national study of the stigmatization of severe psychiatric illness: Historical review, methodological considerations and development of the questionnaire. *Transcult. Psychiatry* 2007, 44, 171–202. doi:10.1177/1363461507077720.

Questionnaire

Section 1: Demographics.

1. What is your gender?
 - a. Male
 - b. Female
2. What is your age?

Section 2: Generalized Anxiety Related Questions.

3. Excessive anxiety or worry about a number of events or activities?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

4. Finding it difficult to control worrying?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

5. Feeling restless, keyed up or on edge?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

6. Being easily fatigued?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

7. Difficulty concentrating or mind going blank?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

8. Being irritable?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

9. Having muscle tension?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

10. Having disturbed sleep, such as difficulty falling asleep, difficulty staying asleep or restless unsatisfying sleep?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

11. Feeling distressed because of these problems?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

12. How difficult have these problems made it for you to do work, take care of things at home, or get along with other people?

0= not at all

1= for several days

2= more than half the days

3= almost everyday

Section 3: Willingness for treatment of anxiety.

13. Are you seeking treatment for your anxiety symptoms?

a. Yes

b. no

c. Does not apply to me

14. In the above question, if you're not seeking treatment for anxiety, are you willing to seek treatment for anxiety symptoms?

a. Yes

b. no

c. Does not apply to me

15. Does the social stigma regarding anxiety affect your decision of seeking treatment

a. Yes

b. no

c. Does not apply to me

16. What prevents you from seeking treatment for anxiety? Choose the following that may apply to you.

a. I have no access to a doctor or a psychiatrist.

b. I feel shy sharing my problems with the doctor.

c. I feel like there is no solution to my condition.

d. I can't afford treatment.

- e. I don't want people, relatives or parents to know that I visit a medical professional to seek treatment.
 - f. I feel like I can deal with it on my own.
 - g. I feel like it will get better on its own.
 - h. I'm very busy because of medical school, I don't have time to seek treatment.
 - I. I don't have the energy.
 - J. I feel like it's just a phase, I'll get through it.
 - K. Does not apply to me
17. What other things or conditions prevent you from seeking treatment?
Ans.

Enquête Ethnobotanique sur les Usages de *Euphorbia Heterophylla* L. (Euphorbiaceae) dans le Nord de la Côte d'Ivoire

Kouame Yao Francois

Doctorant UMRI28 : Sciences Agronomiques et Génie Rural
Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny,
Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Kanga Yao

UFR Sciences Biologiques,
Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire

Kouakou N'Goran David Vincent

Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny,
Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p116](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p116)

Submitted: 31 May 2023

Accepted: 30 June 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Kouame Y.F., Kanga Y. & Kouakou N'Goran D.V. (2023). *Enquête Ethnobotanique sur les Usages de Euphorbia Heterophylla* L. (Euphorbiaceae) dans le Nord de la Côte d'Ivoire. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 116.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p116>

Résumé

Euphorbia heterophylla est une herbe envahissante dans la région nord de la Côte d'Ivoire. Elle est connue par les éleveurs, les agriculteurs et les herboristes. Le but de ce travail est d'identifier les différents usages de cette plante. À cet effet, une enquête ethnobotanique basée sur la méthode d'échantillonnage stratifiée probabiliste a été menée dans les régions du Poro, de la Bagoué et du Tchologo. En élevage, *Euphorbia heterophylla* est utilisée comme fourrage pour le lapin (46,5 %), le cobaye (34,9 %) et le porc (18,6 %). Chez les Hommes, elle est utilisée pour favoriser la production de lait maternel chez la femme (28,6 %), le traitement des plaies (25,7 %), les infections gastriques (25,70 %), l'amélioration de la qualité du sperme (11,4 %) et le traitement des rougeurs des bébés (8,6 %). Ces résultats peuvent constituer une source d'informations non négligeables pour les recherches

scientifiques sur *Euphorbia heterophylla* et la domestication.

Mots-clés: *Euphorbia heterophylla*, médecine traditionnelle, Ethnobotanique, fourrage

Ethnobotanical Survey of the Uses of *Euphorbia Heterophylla* L. (Euphorbiaceae) in the North of Côte d'Ivoire

Kouame Yao Francois

Doctorant UMRI28 : Sciences Agronomiques et Génie Rural
Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny,
Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Kanga Yao

UFR Sciences Biologiques,
Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire

Kouakou N'Goran David Vincent

Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny,
Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Abstract

Euphorbia heterophylla is an invasive plant in the northern region of Côte d'Ivoire. It is known by breeders, farmers, and herbalists. The aim of this work is to identify the different uses of this plant. To this end, an ethnobotanical survey based on the stratified probability sampling method was conducted in the Poro, Bagoué, and Tchologo regions. In breeding, *Euphorbia heterophylla* is used as fodder for rabbits (46.5%), guinea pigs (34.9%), and pigs (18.6%). In men, it is used for the production of breast milk in women (28.6%), the treatment of wounds (25.7%), gastric infections (25.70%), the improvement of the quality semen (11.4%), and the treatment of rashes in babies (8.6%). These results could constitute a significant source of information for scientific research on *Euphorbia heterophylla* domestication.

Keywords: *Euphorbia heterophylla*, traditional medicine, ethnobotany, fodder

Intorduction

Depuis l'indépendance en 1960, la Côte d'Ivoire a fait de l'agriculture le socle du développement économique. Cette agriculture assure l'emploi des 2/3 de la population active et contribue à 34 % du Produit Intérieur Brut (PIB)

total et à 66% du revenu d'exportation (MIRAH, 2014). Toutes ces valeurs dénotent de la bonne performance de l'agriculture ivoirienne.

En effet, l'agriculture ivoirienne qui était essentiellement basée sur les cultures d'exportation avec le binôme café-cacao a entamé une phase de diversification. D'autres cultures de rente telles que le coton, la mangue et l'anacarde se sont développées. Il y'a également les cultures vivrières telles que le riz, l'igname, le manioc et les cultures maraichères qui occupent de nos jours une place de choix dans cette agriculture. C'est donc dire que les superficies agricoles ont significativement augmenté avec la création de nouvelles parcelles. L'on peut même noter la disparition de certains espaces forestiers au profit d'espaces cultivables. De plus, les échanges d'intrants agricoles (engrais, pesticides et matériel végétal) entre la Côte d'Ivoire et l'extérieur se sont intensifiés. L'intensification de ces échanges a eu pour corollaires la présence de produits non homologués sur les marchés et surtout les mauvaises pratiques observées dans ce secteur agricole. Et cela n'est pas sans conséquences sur l'environnement. C'est pour cette raison que Johnson, 1997 a avancé que là où l'homme crée un environnement artificiel pour les cultures, les mauvaises herbes s'installent inévitablement. C'est le cas de *Euphorbia heterophylla*, une des plus envahissantes herbes qui pose d'énormes problèmes dans les cultures en Côte d'Ivoire, notamment dans presque toute la région cotonnière au Nord. Le spectre restreint de quelques formulations d'herbicides sur le marché, que propose la recherche, ne permet pas de lutter efficacement contre cette plante. Elle crée de sérieux problèmes de désherbage aux agriculteurs et le degré d'enherbement des parcelles occupées est croissant d'une année à l'autre (Ipou et al., 2011). Devant cette problématique, n'est-il pas opportun de rechercher de nouvelles approches plus écologiques qui visent son utilité pour l'homme ? Pour ce faire, une enquête ethnobotanique a été initiée au Nord de la Côte d'Ivoire pour connaître les interactions entre l'homme et la plante afin de réfléchir sur la valorisation.

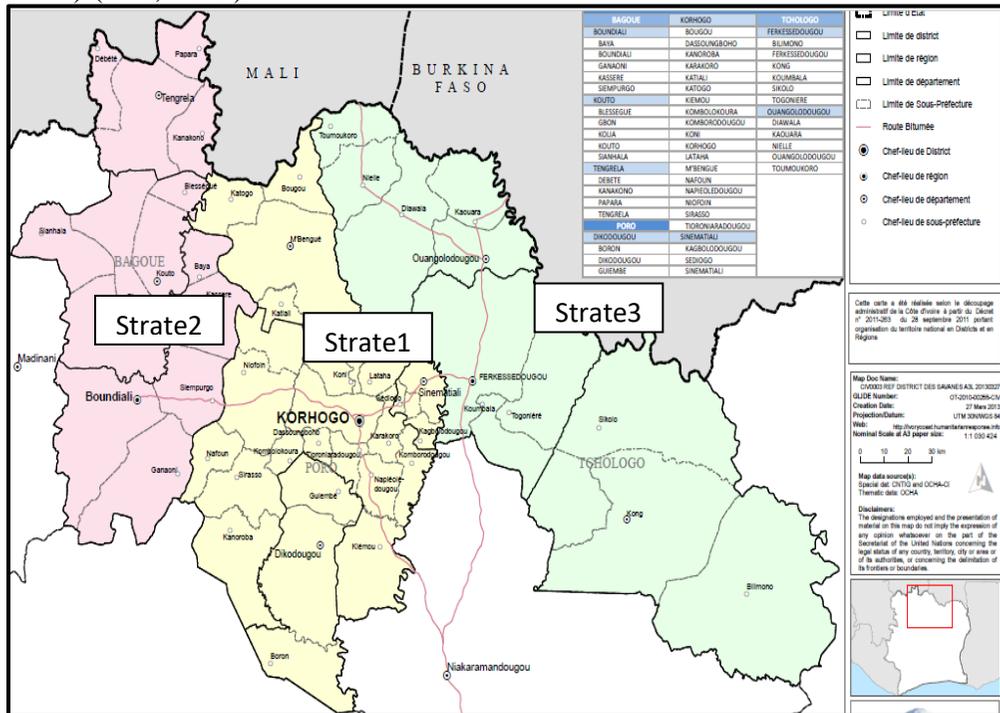
I- Matériel et méthodes

Dans le but de mener à bien cette étude une démarche d'enquête a été utilisée avec le matériel lié.

I-1- Zone d'étude

Cette étude couvre les régions du Poro (Strate 1), de la Bagoué (Strate 2) et du Tchologo (Strate 3) (carte 1), car elles représentent les plus grandes régions productrices de coton dans le Nord de la Côte d'Ivoire (Pascal et al., 2018). La Région du Poro a pour chef-lieu Korhogo (latitude : 9°27'28" nord et longitude : 5°37'46" ouest). Celle de la Bagoué a pour chef-lieu Boundiali (9°32 de latitude nord et 6°29 de longitude ouest) et celle du Tchologo a pour

chef-lieu Ferkessédougou (latitude : 9°35'34" nord et longitude : 5°11'40" ouest) (INS, 2015).



Carte 1. Zones d'enquête ethnobotanique au Nord de la Côte d'Ivoire
 source : (OCHA, 2013) carte du district des savanes, modifiée par KOUAMÉ Y.F.

I.2 - Méthode d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage stratifiée a été utilisée (Benkhiguet et al., 2011). Ce type d'échantillonnage consiste à diviser la zone d'étude en différentes strates représentées par les régions et à y associer le même nombre d'enquêtés (Isidore *et al.*, 2018). La strate 1 prend en compte la région du Poro. La strate 2 s'étend sur la région de la Bagoué. La strate 3 couvre celle du Tchologo. Pour chaque strate, 33 personnes ont été enquêtées. Les éleveurs (qui apportent le fourrage aux animaux), les agriculteurs de coton, et les traditionnels et les herboristes ont été ciblés à l'aide d'une fiche d'enquête.

I.3- Pré-enquête ethnobotanique

Un premier passage a été effectué auprès des autorités locales, des associations et des coopératives du secteur d'activité concerné. Ce qui a permis d'établir un climat de confiance, de définir les modalités d'enquête et de tester le questionnaire afin de l'ajuster.

I.4- Enquête ethnobotanique

Les informations sur les utilisations de *Euphorbia heterophylla* ont été collectées de mars à août 2020 à l'aide d'un questionnaire préalablement établi. Les éleveurs, les agriculteurs, les tradi-praticiens de santé et les herboristes, ayant accepté de partager leur savoir, ont été conviés à des entretiens semi-structurés. Il s'est agi de collecter les informations sur la plante et les usages. Durant cette enquête, un guide a servi d'interprète.

I.5- Traitement des données

Les données recueillies ont permis de déterminer les paramètres caractéristiques de la population enquêtée et de l'usage de la plante. Le logiciel SphinxPlus.V5.2 a été utilisé pour l'élaboration et le traitement des questionnaires. Il a été utilisé pour la conception des figures dans ce document.

I.5.1- Paramètres caractéristiques de la population enquêtée

La population enquêtée a été classée selon l'âge, l'ethnie, le sexe et le niveau d'étude, selon le modèle de **Benkhniue et al. (2011)**. Les enquêtés ont été classés en fonction du sexe (homme ou femme) pour déterminer la catégorie la plus importante dans la connaissance de la plante. Quant au niveau d'études, il a été classé en quatre niveaux selon le modèle **de Benkhniue et al. (2011)** comme suit : Non scolarisé ; Niveau primaire ; Niveau secondaire ; Niveau supérieur.

I.5.2- Paramètres caractéristiques de la plante

Les caractéristiques d'identification de la plante sont présentées selon les noms vernaculaires, la notoriété, la saison et le niveau de colonisation de la plante.

I.5.3- Différents usages de la plante

Les différents usages sont exposés par le calcul des indices primaires d'enquête ethnobotanique selon le modèle de **Houéhanou et al., (2015)**; à savoir la fréquence de citation(FC), la fréquence relative de citation (FR), le nombre d'usage (NU) et le nombre d'usage rapporté (UR). Les différents usages en médecine traditionnelle et l'utilisation fourragère ont été également présentés.

II- Resultats

II.1 Caractéristiques des enquêtés

II.1.1 Activités des enquêtés

Les enquêtés étaient composées d'éleveurs (33), les agriculteurs (34) et les tradipraticiens de santé et herboristes (32) répartis par strate (tableau1).

Tableau 1.Type d'enquêté par strate

| Type d'enquêtés | Strate1 | Strate2 | Strate3 | Total |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Eleveurs | 12 | 10 | 11 | 33 |
| Agriculteurs | 10 | 11 | 13 | 34 |
| Herboristes | 11 | 12 | 9 | 32 |
| Total | 33 | 33 | 33 | 99 |

Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.1.2- Caractéristiques sociodémographiques des personnes enquêtées

La majorité d'entre eux (50,5 %) appartient à la tranche d'âge de 25-45 ans. Les hommes représentent 89,9 % contre 10,1 % des femmes. Concernant le niveau d'instruction, 48,5 % sont non-scolarisés. Les autres se répartissent entre le niveau primaire (27,3 %), le niveau secondaire (20,2 %). Seulement 4,0 % ont le niveau supérieur. Les Sénoufos représentent l'ethnie la plus importante (45,5 %), suivie des Malinkés (24,2 %) et la répartition par strate se présente selon la figure 1.

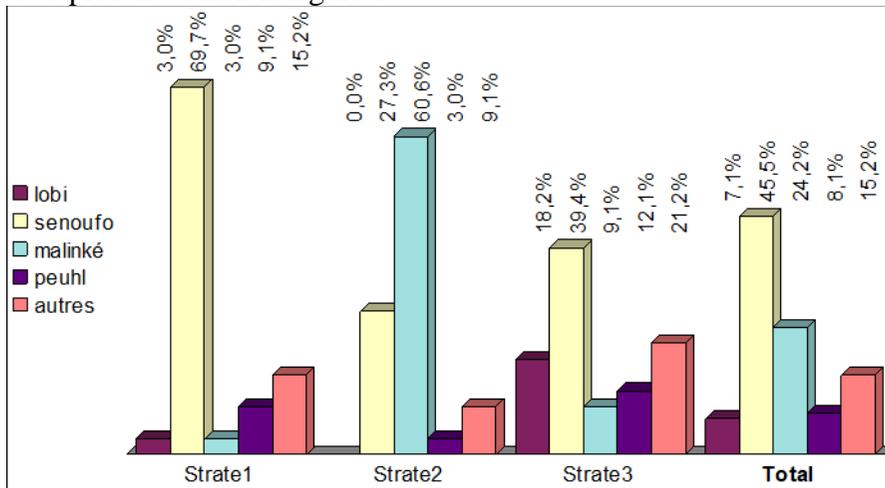


Figure 1 : Répartition des groupes ethniques par strate

Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.2- Caractéristique sociodémographique des personnes ayant une bonne connaissance des usages de la plante

Les Sénoufos ont une connaissance plus élevée de la plante que les autres groupes ethniques (figure 2).

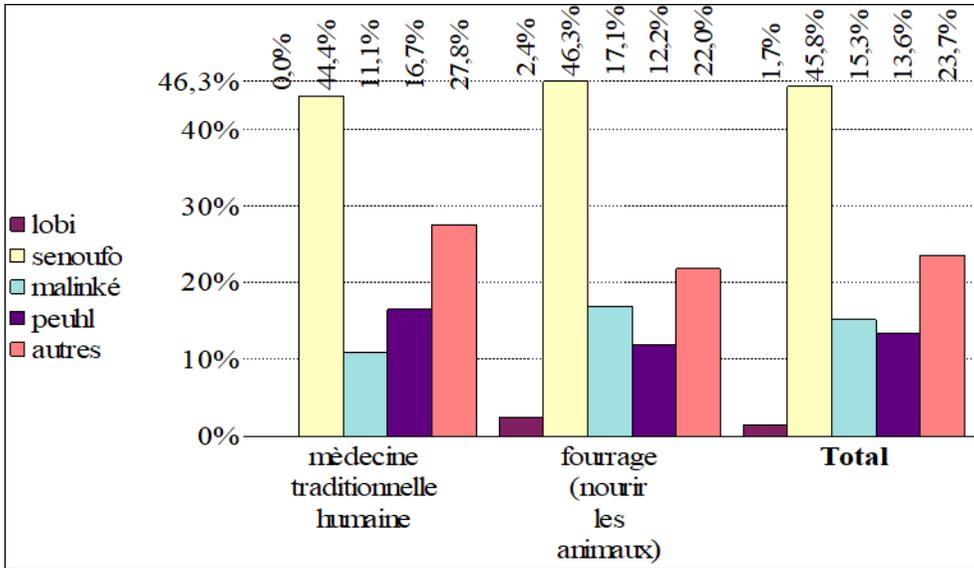


Figure 2: Connaissance de l'usage de la plante par groupe ethnique
 Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.2.2- Tranche d'âge ayant une grande connaissance des usages de la plante

La tranche d'âge qui a une grande connaissance de la plante est celle de 25 à 45 ans (55,9 %), soit 33 personnes. La figure 3 présente les proportions de connaissance des usages par tranche d'âge.

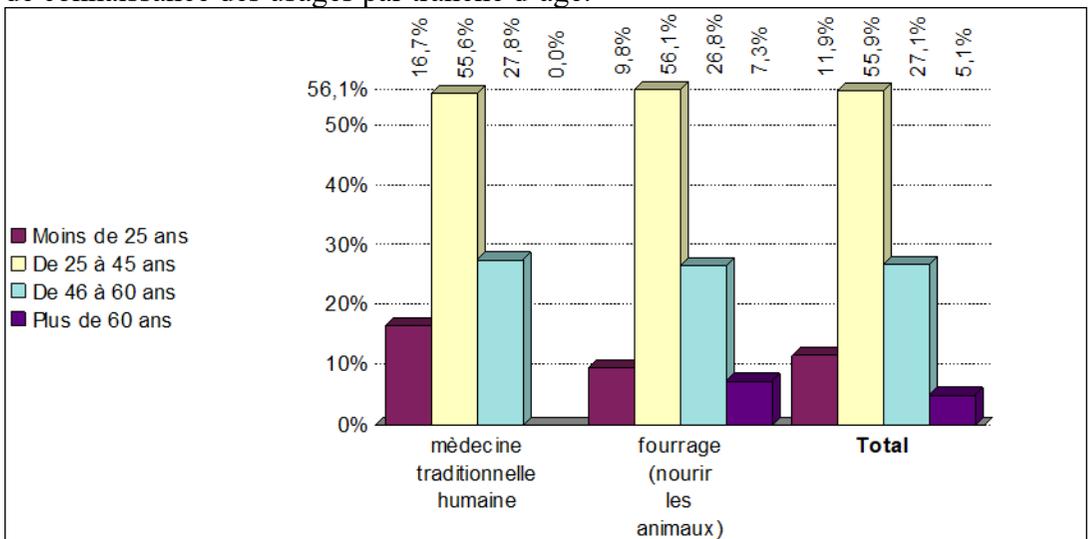


Figure 3 : Proportions de connaissance des usages par tranche d'âge
 Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.2.3 Niveau d'étude des enquêtés ayant une bonne connaissance des usages de la plante

Les non-scolarisés sont les plus nombreux (figure 4) dans la connaissance des usages de la plante.

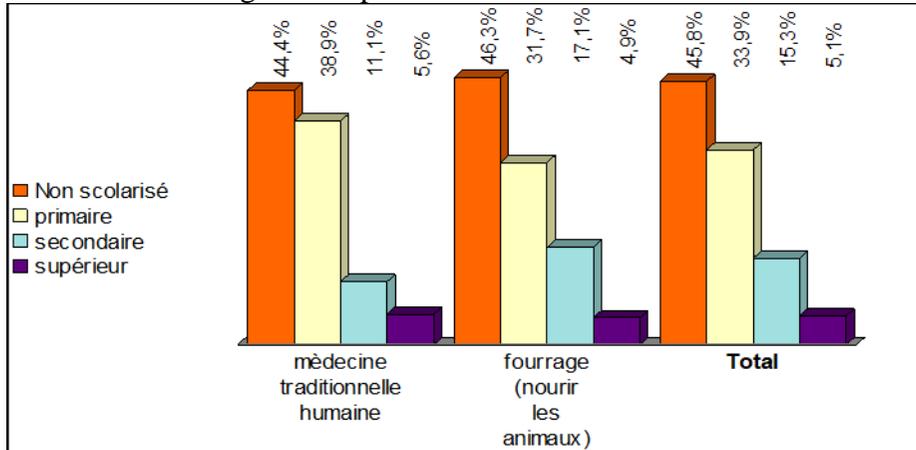


Figure 4 : Taux de connaissance des usages par niveau d'études
 Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.3- Caractéristiques de *Euphorbia heterophylla*

Parmi les personnes enquêtées, 55,1 % ont indiqué que *Euphorbia heterophylla* colonise toutes les parcelles pendant que 43,8 % ont observé que la plante colonise une majorité des parcelles et 1,1 % trouvent qu'elle colonise les parcelles peu fertiles. L'invasion de cette plante est plus importante en saison pluvieuse selon 78 % des personnes enquêtées. *Euphorbia heterophylla* est connue sous plusieurs noms vernaculaires dans le Nord. Le plus connu (50 %) est celui de 'Nonnombi' qui signifie en Malinké « plante à lait », suivi de 'Flatchal' (25 %) qui signifie en Sénoufo « femme peheul » et "Phorbia" (25 %), qui est une mauvaise prononciation d'Euphorbia par les analphabètes. Les noms par région sont présentés dans le Tableau 2.

| | Strate1 | | Strate2 | | Strate3 | | Total | |
|--------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| | N | % cit. |
| Flatchal | 9 | 60,0% | 2 | 11,1% | 1 | 6,7% | 12 | 25,0% |
| Nonnombi | 5 | 33,3% | 6 | 33,3% | 13 | 86,7% | 24 | 50,0% |
| phorbia | 1 | 6,7% | 10 | 55,6% | 1 | 6,7% | 12 | 25,0% |
| Total | 15 | 100,0% | 18 | 100,0% | 15 | 100,0% | 48 | 100,0% |

Tableau 2 : Noms vernaculaires par région
 Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.4- Usages de la plante

Euphorbia heterophylla, bien qu'elle soit une plante adventice, elle est utilisée en médecine traditionnelle et en élevage au nord de la Côte d'Ivoire.

II.4.1- En élevage

Euphorbia heterophylla est plus utilisée comme fourrage pour lapin (46,5 %), pour le cobaye (cochon d'Inde) (34,9 %) et pour le porc (18,6 %). Elle est surtout utilisée pour l'augmentation de la lactation des animaux (19,2 % des enquêtés), pour l'amélioration de la fertilité (17,2 % des enquêtés), pour l'amélioration de la santé des animaux (11,1 % des enquêtés). Les utilisations comme fourrage par strate sont indiquées dans le tableau 3.

| | Strate1 | | Strate2 | | Strate3 | | Total | |
|--------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| | N | % cit. |
| porc | 10 | 27,8% | 2 | 8,0% | 4 | 16,0% | 16 | 18,6% |
| lapin | 14 | 38,9% | 13 | 52,0% | 13 | 52,0% | 40 | 46,5% |
| Cobaye | 12 | 33,3% | 10 | 40,0% | 8 | 32,0% | 30 | 34,9% |
| Total | 36 | 100,0% | 25 | 100,0% | 25 | 100,0% | 86 | 100,0% |

Tableau 3. Différentes utilisations par strate en élevage
 Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.4.2- Différentes utilisations chez l'homme et mode d'administration

Euphorbia heterophylla est utilisée pour la production de lait maternel chez la femme (28,6 %), le traitement des plaies (25,7 %), les infections gastriques (25,70 %), l'amélioration de la qualité du sperme (11,4 %) et le traitement des rougeurs des bébés (8,6 %) (figure 5).

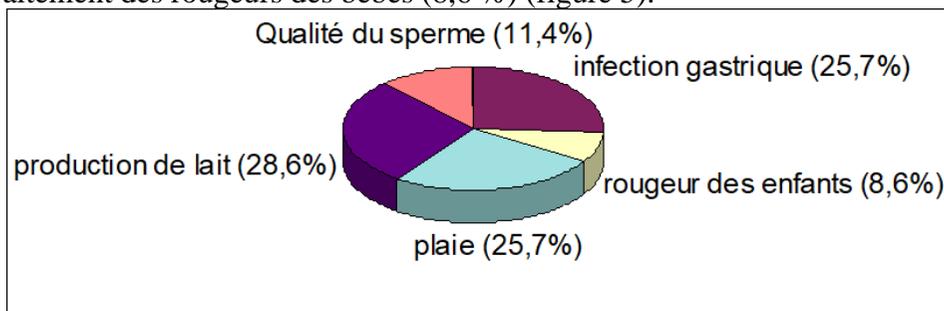


Figure 5 : Usage en médecine traditionnelle
 Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

Le mode d'administration dépend de la nature du mal à traiter (Tableau 4).

Tableau 4. Différentes utilisations de la plante dans le traitement des pathologies

| Maladie | Posologie |
|--------------------------------|---|
| Infection Gastrique | Bouillir environ 50 g des feuilles et tige de la plante dans 1 litre d'eau et boire un verre de thé, 3 fois par jour |
| Carence de lait | Manger 10 g de la pousse avec du pois sucré communément appelé (<i>Tchongon</i>), 3 fois par jour pendant 2 semaines ou bouillir environ 50 g de la plante dans 1 litre d'eau et boire un verre de thé, 3 fois par jour |
| Améliorer la qualité du sperme | Bouillir environ 50 g d'un mélange de la pousse d' <i>Euphorbia heterophylla</i> et d' <i>Euphorbia hirta</i> dans 1 litre d'eau et boire un verre de thé, 3 fois par jour pendant 2 semaines |
| Rougeur de la peau des bébé | Ecraser 10 g des feuilles et tige la plante, appliquer sur la rougeur avec du caolin |
| Plaie | Appliquer la sève sur la plaie |

Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.4.3- Parties utilisées en médecine traditionnelle

La pousse constitue l'organe le plus utilisé dans toutes les recettes avec un taux de 38,5 % des préparations (figure 6).

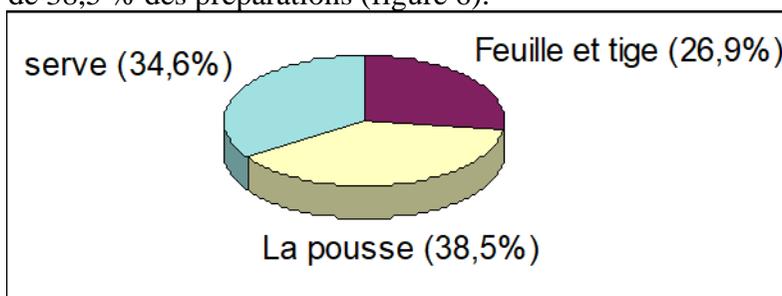


Figure 6 : Parties de la plante utilisées dans l'usage de *Euphorbia heterophylla*

Source : Enquête KOUAMÉ Y.F.

II.4.4- Indices primaires ou indices de base sur les usages

La fréquence de citation (FC) est 18 et 41 respectivement pour les usages médicinal et fourragère. La fréquence relative de citation (FR) est donc 18/99 et 41/99 respectivement pour l'usage médicinal et l'usage pour fourrage. Le nombre d'usage (NU) de *Euphorbia heterophylla* est 2 et le nombre d'usage rapporté (UR) est 59.

III- Discussion

Une étude sur l'Indice de Développement Humain (IDH) en fonction du sexe a montré une proportion d'analphabètes parmi les jeunes de 15-24 ans forte dans le Nord de la Côte d'Ivoire (PNUD, 2022). Ce qui justifie le taux élevé des personnes non-scolarisées interrogées lors de l'enquête. Ce taux montre que la population est peu instruite et sera difficile à sensibiliser par rapport à l'usage de cette plante. Ces résultats corroborent ceux de Ackah et

al (2019) qui ont estimé à 55,5 % la proportion des personnes interrogées ayant ce même niveau d'étude. Cependant, ils diffèrent de ceux de Honoré et al. (2016), chez qui plus de la moitié des enquêtées ont un niveau d'étude primaire. Ceci pourrait être dû au fait que l'étude a lieu uniquement dans le Nord du pays alors que la leur était sur l'ensemble du territoire ivoirien.

La majorité des personnes enquêtées a souligné que la plante est présente qu'en saison pluvieuse. Cela est lié au fait que *Euphorbia heterophylla* est une plante herbacée. Elle ne résiste pas à la saison sèche. Elle est donc une menace pour les cultures vivrières et le coton.

La population du Nord l'utilise couramment comme plante médicinale. Schmelzer et al, (2008) ont également noté que *Euphorbia heterophylla* est utilisée en médecine traditionnelle africaine. Les enquêtes de Dingui et al., (2021) ont aussi confirmé l'usage de la plante dans les traitements médicaux en Côte d'Ivoire. Selon eux, elle sert dans la prévention et la guérison de plusieurs maladies telles que l'antidote contre les morsures de serpents, la facilitation d'accouchement, la teigne, les maux d'oreilles, la gonococcie, les plaies de ventre, la sinusite, le corps chaud d'enfant, et les dartres.

Euphorbia heterophylla favorise la production laitière chez la femme nourrisse. Ce résultat vient confirmer celui de Schmelzer et al, (2008) qui ont indiqué lors d'une étude sur les plantes médicinales de l'Afrique tropicale, que cette plante possède des propriétés galactogènes. Mais eux préconisent l'utilisation des racines pendant que cette étude a indiqué l'utilisation de la partie supérieure de la plante en association avec le souchet (*Cyperus esculentus* L.), si elle est consommée crue. Cette association est réputée atténuer le goût amer de la plante par le souchet qui est sucré. Cette propriété galactogène de la plante est aussi confirmée chez les lapins (Mathurin et al., 2021).

Certains composés biochimiques tels que les terpènes, les stéroïdes et les dérivés cardiotoniques sont connus pour leur propriété galactogène (Akouedegni et al., 2012). Or le tri phytochimique de *Euphorbia heterophylla* révèle la présence de ceux-ci (Okeniyi et al., 2012). C'est ce qui justifie cette propriété galactogène.

Chez l'homme, *Euphorbia heterophylla* permet d'améliorer la qualité du sperme. Elle est ainsi considérée importante pour la reproduction. Cette aptitude pourrait être due à la composition en flavonoïdes, en saponosides et en alcaloïdes (Ajuru et al., 2017). Ces derniers possèdent des activités androgéniques. Ce qui entraîne la formation de l'androstènedione, hormone stéroïdes précurseur dans la biosynthèse de la testostérone (Rukundo, 2007). Le taux de testostérone favorise la production de spermatozoïdes, donc le sperme (Etuk et al, 2009) .

En élevage *Euphorbia heterophylla* permet d'augmenter la fertilité. Cette information est confirmée par les résultats de N'goran et al.(2012) qui

ont montré que la consommation de la plante améliore la fécondité du cochon d'Inde. Elle améliore également la fertilité de la femelle du cobaye.

Les résultats obtenus par N'Goran *et al.*, (2019) ont aussi indiqué que *Euphorbia heterophylla* est une adventice dont les feuilles et les tiges peuvent constituer 70 % de l'alimentation des lapins. À Yamoussoukro (capitale politique de la Côte d'Ivoire), les études effectuées par Isidore *et al.*, (2018) ont mis en exergue l'utilisation de la plante par la majorité des éleveurs de lapin. D'où son nom en baoulé « gbamlô alliè » qui signifie 'nourriture de lapin'. Cette utilisation est confirmée par la majorité des personnes enquêtées dans la partie Nord de la Côte d'Ivoire.

Conclusion

Euphorbia heterophylla est une adventice populaire en saison pluvieuse dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Elle est utilisée en médecine traditionnelle et comme plante fourragère. Elle favorise la fertilité et la reproductivité aussi bien chez l'homme que chez certains animaux d'élevage. En association, elle est utilisée pour favoriser la montée ou la production de lait chez la femme nourrisse et l'amélioration de la qualité du sperme chez l'homme. Cette étude a pu fournir des résultats qui doivent être pris comme acquis préliminaires pour aboutir à d'autres thèmes de recherches en vue d'une adoption ou une domestication de la plante. Elle a permis de savoir que la plante est utile pour cette population. Sensibiliser toute la population sur ses usages entrainerait une demande élevée et une lutte plus écologique pour les agriculteurs. L'ouverture d'une étude sur l'impact social et économique auprès des individus qui utilisent devient important d'une part et d'autre part, des recherches pour tester les usages au laboratoire et penser à la conservation en vue de l'utilisation en saison sèche seraient utiles.

Contributions des auteurs

KOUAMÉ Y.F. a fait la prospection dans les différentes zones puis a effectué les enquêtes, le traitement des données relevées et la rédaction du manuscrit. KOUAKOU N.D.V. a donné l'orientation des travaux à réaliser sur le terrain puis a contribué à l'amélioration et à la validation du manuscrit. KANGA Y. a prodigué des conseils pour l'obtention de certaines données au niveau de l'enquête et a contribué à la rédaction du manuscrit.

Conflicts d'Interets: Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

References:

1. Ackah Stéphane, W. A., Victor, O. T., Emmanuel Joël, A. N., & Koffi, N. (2019). Etude Ethnobotanique des Plantes Utilisées en Médecine

- Traditionnelle dans le Traitement de l'Hypertension Artérielle chez les Peuples du Département de Divo, (Centre-ouest, Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal ESJ*, 15(24). <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n24p384>
2. Ajuru, M. G., Williams, L. F., Ajuru, G., Harcourt, P., Pathology, C., Harcourt, P., & Harcourt, P. (2017). *Qualitative and Quantitative Phytochemical Screening of Some Plants Used in Ethnomedicine in the Niger Delta Region of Nigeria Email address : 5(5)*, 198–205. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20170505.16>
 3. Akouedegni, C. G., Tossa, I. G., Daga, F. D., & Koudandé, D. O. M. S. (2012). Synthèse des connaissances sur les plantes galactogènes et leurs usages en République du Bénin Benin. *Brab*, 24–35.
 4. Benkhigne, O., Zidane, L., Fadli, M., Elyacoubi, H., Rochdi, A., & Douira, A. (2011). Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc). *Acta Botanica Barcinonensia*, 53, 191–216. <http://raco.test.cesca.cat/index.php/ActaBotanica/article/view/252920>
 5. Dingui, J. A., Brou, C. Y., David, N., & Zirih, N. G. (2021). *Etude ethnobotanique sur Euphorbia heterophylla en Côte d ' Ivoire Ethnobotanical study on Euphorbia heterophylla in Côte d ' Ivoire. 15(December)*, 2500–2513.
 6. Etuk, E. U., & Muhammad, A. A. (2009). Fertility enhancing effects of aqueous stem bark extract of *Lophira lanceolata* in male Spargue dawley rats. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 1(1), 1–004. <http://www.academicjournals.org/IJPPB>
 7. Honoré, T. B. I., Koffi, N., Lezin, B. E., Rachel, A. R., & Séverin, A. (2016). Etude Ethnobotanique De Quelques Espèces Du Genre *Corchorus* Rencontrées En Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal, ESJ*, 12(24), 415. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n24p415>
 8. Houéhanou, D. T., Assogbadjo, A. E., Chadare, F. J., Zanzo, S., & Sinsin, B. (2015). *Approches méthodologiques synthétisées des études d'ethnobotanique quantitative en milieu tropical. January*, 18.
 9. INS. (2015). *Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2014*.
 10. Ipoou, I., Adou, L. M. D., Touré, A., & Marnotte, P. (2011). *Aspects de la dynamique d ' enherbement des parcelles par Euphorbia heterophylla L . (Euphorbiaceae) : production de graine et évolution du stock de semences*. 3144–3152.
 11. Isidore, S. A., Djeneb, C., Kouadio, B., & Noël, G. (2018). *Enquête ethnobotanique sur les Euphorbiaceae médicinales utilisées chez les Baoulé du District de Yamoussoukro (Côte d ' Ivoire)*. 34, 12734–12748.

12. Johnson, D. E. (1997). *Les adventices en riziculture en Afrique de l'ouest*. 312.
https://www.riceadvice.info/documents/30/24._Weeds_of_Rice_in_West_Africa.pdf
13. Mathurin, K. K., Tagouèlbè, T., Koné, G. A., Assidjo, N. E., Marnet, P. G., & Kouba, M. (2021). Desmodium tortuosum, Euphorbia heterophylla and Moringa oleifera Effect on Local Rabbit Does Milk Production and Pups' Performances. *Journal of Agricultural Science*, 13(4), 93. <https://doi.org/10.5539/jas.v13n4p93>
14. M.I.R.A.H. (2014). *Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020). Tome I : Diagnostic – Stratégie de développement – Orientations*. 76–179.
https://www.riceadvice.info/documents/30/24._Weeds_of_Rice_in_West_Africa.pdf
15. N'Goran, D. V. K., Eric, T., Yapo, M. Y., & Emmanuel, N. A. (2012). Effet de Panicum maximum associé à Euphorbia heterophylla (L.) sur la productivité des femelles primipares durant le cycle de reproduction chez le cobaye (Cavia porcellus L.). *Tropicicultura*, 30(1), 24–30.
16. N'Goran, D. V. K., Seydou, B. M., Cho, E. M. A., Yélèhi, D. A., Emmanuel, N. A., & Maryline, K. (2019). *Viande de lapin (Oryctolagus cuniculus L.) enrichie en oméga 3 avec un aliment contenant de l'euphorbe (Euphorbia heterophylla L.)*. October. <https://doi.org/10.19182/remvt.31779>
17. OCHA. (2013). *COTE D'IVOIRE: DISTRICT DES SAVANES Carte de référence*. 2013. <https://reliefweb.int/map/côte-divoire/côte-divoire-district-des-savanes-carte-de-référence-version-mars-2013>
18. Okeniyi SO, B. J, A., & S, G. (2012). Phytochemical Screening, Cytotoxicity, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Stem and Leaf Extracts of Euphorbia Heterophylla. *Journal of Biology and Life Science*, 4(1), 87–91. <https://doi.org/10.5296/jbls.v4i1.2047>
19. Pascal Tillie, Kamel Louhichi, et S. G.-Y.-P. (2018). *La culture attelée dans le bassin cotonnier en Côte d'Ivoire*. <https://doi.org/10.2760/505527>
20. PNUD. (2022). *Stratégie Pour La Promotion De L'Égalité Des Sexes*. 34.
21. Rukundo Roger. (2007). *Contribution à l'étude de l'activité androgénique de Nauclea latifolia S. (Rubiaceae)*. 129.
22. Schmelzer, G. H., & Gurib-Fakim, A. (2008). Ressources végétales de l'Afrique tropicale 11 (1): Plantes médicinales. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(1), 869.
<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>



Résilience Biophysique chez des Patients Adultes de Différentes Formes d'Hérédités de Diabète Pris en Charge au Centre Antidiabétique d'Abidjan (CADA)

Kacou Vincent Bosson, Doctorant

Kouakou Jérôme Kouadio, Docteur, Maître de Conférences

Firmin Kouassi Kouakou, Docteur, Maître de conférences

UPR Paléoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD). Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Côte d'Ivoire. Laboratoire de Biomorphologie Pathologies Maxillo-Oro-Faciales et Santé bucco-dentaire. UFRs. OdontoStomatologie. Université Félix Houphouët Boigny (UFHB), Côte d'Ivoire

Siméon Kouassi Kouakou

Professeur titulaire Département d'Archéoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB), Côte d'Ivoire

Beugré Kouassi Ahia Monique

Professeur titulaire Laboratoire de biomorphologie, UFR d'odontostomatologie d'Abidjan, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB), Côte d'Ivoire

Coulibaly Siaka, Docteur

Maitre-Assistant, Institut National de la Jeunesse et des Sports (INJS), Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p130](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p130)

Submitted: 30 May 2023

Accepted: 06 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Bosson K.V., Kouadio K. J., Kouakou F.K., Kouakou, S.K., Monique B.K.A. & Siaka C. (2023). *Résilience Biophysique chez des Patients Adultes de Différentes Formes d'Hérédités de Diabète Pris en Charge au Centre Antidiabétique d'Abidjan (CADA)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 130. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p130>

Résumé

L'adaptation biophysique chez les personnes en situation de diabète semble dépendre soit du biotype, ou de l'héritabilité écobiologique, soit des caractères héréditaires acquis dont ils bénéficient. La contribution de chacune de ces identités biosingulières dans le réajustement biophysique de ces

derniers est loin d'être suffisamment explorée. Le présent travail se propose d'examiner la résilience physique des patients adultes ayant différentes formes d'hérédité du diabète. Elle porte sur 225 participants diabétiques ayant un âge compris entre 35 et 54 ans dont 100 hommes et 125 femmes présentant différentes sources d'infection du diabète. Les données relatives aux caractéristiques sociodémographiques et l'origine du diabète ont été collectées à travers un questionnaire de 20 items en face à face. La mesure du profil physique des sujets s'est faite en considérant le poids, l'Indice de Masse Corporelle (IMC), le tour de taille et de hanche. Ceux-ci ont été obtenus par l'utilisation d'une balance électronique (le poids), et d'un ruban mètre (tours de taille et de hanche). Les données ont été comparés entre les diabétiques selon la 'diabétogenèse'. Le test ANOVA multivarié pour la comparaison multiple, le test t de student pour la comparaison deux à deux des paramètres physiques ont été utilisés pour l'évaluation de l'influence de l'hérédité sur l'évolution des caractères physiques du sujet diabétique. Les résultats aux tests statistiques précédemment évoqués montrent que les patients ayant hérité du diabète présentent des poids, des IMC moyens inférieur à ceux de leurs pairs n'ayant pas hérité du diabète, après vingt-quatre (24) mois de prise en charge. Des résultats similaires sont observés concernant les proportions des tours de taille et de hanche des deux groupes de patients. Les patients diabétiques ayant hérité du diabète seraient physiquement plus résilients que leurs homologues n'ayant pas hérité du diabète. Cette résilience est plus accrue chez les femmes. La source du diabète ou la diabétogenèse influencerait la régulation physique du sujet diabétique.

Mots-clés: Résilience biophysique -Trouble métabolique – Hérédité- Diabète- Abidjan (Côte d'ivoire)

Biophysical Resilience in Adult Patients with Different Hereditary Forms of Diabetes Managed at the Abidjan Diabetes Center (CADA)

Kacou Vincent Bosson, Doctorant

Kouakou Jérôme Kouadio, Docteur, Maître de Conférences

Firmin Kouassi Kouakou, Docteur, Maître de conférences

UPR Paléoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD). Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Côte d'Ivoire. Laboratoire de Biomorphologie Pathologies Maxillo-Oro-Faciales et Santé bucco-dentaire. UFRs. OdontoStomatologie. Université Félix Houphouët Boigny (UFHB), Côte d'Ivoire

Siméon Kouassi Kouakou

Professeur titulaire Département d'Archéoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB), Côte d'Ivoire

Beugré Kouassi Ahia Monique

Professeur titulaire Laboratoire de biomorphologie, UFR d'odontostomatologie d'Abidjan, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB), Côte d'Ivoire

Coulibaly Siaka, Docteur

Maitre-Assistant, Institut National de la Jeunesse et des Sports (INJS), Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

Biophysical adaptation in people with diabetes appears to depend on either biotype, ecobiological heritability, or acquired traits that they have. The contribution of each of these biosingular identities in their biophysiological readjustment is far from being sufficiently explored. The present work proposes to examine the physical resilience of adult diabetics with different hereditary diabetes. The study involved 225 diabetic patients aged between 35 and 54 years, including 100 men and 125 women presenting different sources of diabetes infection. Data on sociodemographic characteristics and the origin of diabetes were collected through 20 face-to-face questionnaires. The measurement of the physical profile of the subjects was done by considering their weight, body mass index (BMI), the hip circumferences. These were obtained by using an electronic scale (Weight), and tape measure for waist size and hip circumferences. The data were compared between diabetics according to diabetogenesis. The multivariate ANOVA test for multiple comparisons and Student's t-test for pairwise comparison of physical parameters was used to

evaluate the influence of heredity on the evolution of physical characteristics of the diabetic subject. The results of the statistical tests mentioned above show that diabetics with inherited diabetes have a lower average weight and BMI than their peers without inherited diabetes after twenty-four (24) months of care. Similar results are observed for the proportions of waist and hip circumferences of both groups of patients. inherited diabetic patients would be physically more resilient than their non-inherited. This resilience is much greater in women. The source of diabetes or diabetogenesis would influence the physical regulation of the diabetic subject.

Keywords: Biophysical resilience - Metabolic disorder - Heredity – Diabetes-Abidjan (Ivoir-Cost)

Introduction

L'individu tend, à l'âge adulte, à présenter un fonctionnement biophysique moins dynamique. Cette diminution de l'adaptabilité biologique et physique de l'organisme de celui-ci pourrait être à l'origine de difficultés de régulation fonctionnelle, notamment métabolique. L'une des formes les plus fréquentes de ces perturbations internes serait le diabète. Celui-ci renvoie à une complication métabolique persévérante due à une adjonction élevée du taux de sucre dans le sang (Punthakee,2018). L'organisme de l'individu, confronté à ce déficit biorégulateur, serait enclin à activer ses mécanismes internes en recourant à des ressources externes, soit des caractères génétiquement acquis lui permettant de s'ajuster à ce dysfonctionnement, à contrôler son effet négatif, ou à restaurer son fonctionnement biophysique initial. La réaction de l'organisme consistant à rétablir le fonctionnement ou à contenir la perturbation biophysique pourrait être désignée sous le vocable de résilience biophysique. Celle-ci se réfère à la capacité d'un individu à réguler ses caractères biologiques, corporels, en dépit des stimuli perturbateurs de son organisme (Babić et al. 2020). Elle est ainsi une réactivité physiologique plus ou moins accrue en réponse à un stress environnemental ou pathogène (Maul et al. 2020). La résilience biophysique renvoie également à la récupération ou la régénération des caractères biologiques et physiques de l'organisme de l'individu (Benitez et Reghezza, 2018 ; Bénoit, 2019).

En clair, la résilience biophysique d'un diabétique est la capacité de ce dernier à pouvoir développer biologiquement et physiquement des caractères qui s'ajustent à l'état de dysfonctionnement auquel est confronté son organisme. Une telle potentialité biophysique, liée à chaque organisme, pourrait varier d'un diabétique à l'autre. La différence entre les adaptabilités biocorporelles des diabétiques serait d'autant plus possible que, selon Thibaut (2022) les individus présentent des équipements bio-physiologiques non identiques. La différence qui s'opère entre les mécanismes internes des

individus se réalise plus “automatiquement” sous l’effet de caractère, de variabilité biointrinséquement programmée. Ainsi, la résilience d’un diabétique serait due au mécanisme interne développé par l’organisme de ce dernier ou serait liée à des caractères génétiquement acquis. Selon, Clément (2020) et Sandra et al. (2017), l’une de ces potentialités serait les caractères génétiquement acquis. En d’autres mots, ce sont des caractères physiques et biologiques dont l’individu acquiert de ses ascendants c’est-à-dire des parents biologiques à sa naissance. Ces caractères transmis à l’organisme d’un individu seraient, notamment des gènes, la couleur des yeux et des cheveux, la forme du visage, du nez, des oreilles, des maladies génétiques telles que l’hémophilie, la myopathie, la drépanocytose, des anémies et des maladies métaboliques telles que, l’hypercholestérolémie et le diabète. Les différents caractères biophysologiques et physiques transmis par l’ascendant au descendant peuvent être désignés sous le vocable d’hérédité.

L’hérédité renvoie à la transmission des caractères génétiques des parents à leurs enfants. C’est aussi l’ensemble des dispositions biologiques, physiques ou morales transmises des parents à leurs descendants. Elle renvoie aussi à la transmission des variations phénotypiques au fil des générations (Thibord et al.2022). Dans son fonctionnement, l’hérédité apparaît comme un phénomène de conservation transgénérationnelle de réseaux fonctionnels incluant des éléments divers et interdépendants, tels que des gènes, des organes, des artefacts, des microorganismes ou encore des comportements acquis par voie sociale (Gaelle, 2022).

En clair, l’hérédité serait des caractères physiques ou biologiques transmis génétiquement par les parents à leurs enfants à la naissance. En d’autres termes, elle serait la transmission d’un patrimoine génétique ou de certaines potentialités biologiques tels que des gènes, des marqueurs biologiques ou encore des pathologies tels que le diabète à sa descendance (Jordan, 2021 ; Coramh, 2023). Dans cette perspective, le patrimoine génétique dont bénéficie un individu à sa naissance peut être confronté à des difficultés de régulation ou des perturbations biologiques dues à une anomalie d’un ou plusieurs chromosomes. Celles-ci entraînent un défaut de fonctionnement normal de certaines cellules de l’organisme à cause d’un gène défectueux (Coramh,op.cit). Par conséquent, l’individu qui hérite d’un patrimoine génétique présentant ces défaillances fonctionnelles biologiques tend à posséder potentiellement à sa naissance du même gène défectueux, notamment la maladie (Mubungu,2021). Cet individu aurait hérité des gènes à l’origine de la perturbation biologique auquel était soumis l’organisme de ces géniteurs.

En revanche, un individu qui bénéficie à sa naissance d’un patrimoine génétique sans dysfonctionnement métabolique, c’est-à-dire sain, ne serait pas loin de disposer d’une hérité relativement saine. En fait, un patrimoine

génétique sain serait l'expression d'une hérédité sans trouble majeur. Ainsi, au cours de la vie, l'individu qui naît sain, peut nuire à son patrimoine dans son interaction avec certains facteurs extérieurs notamment l'alimentation. Il semble établi qu'une alimentation variée et équilibrée, adaptée à l'âge, permet de garder une bonne santé et de prévenir les maladies cardiovasculaires, certains cancers et le diabète. Aussi, une alimentation équilibrée, associée à une activité physique régulière, permettrait de conserver un poids de forme idéal. Lorsque, l'alimentation est exclusivement composée de produits industriels, les risques de déséquilibres alimentaires deviennent importants et, indirectement, pourrait exposer l'organisme de l'individu à des troubles métaboliques majeurs. Par exemple, l'excès de sel dans l'alimentation quotidienne, pourrait à long terme entraîner une hypertension artérielle. De même, les excès de sucres, de graisses et de calories peuvent conduire à du diabète, une obésité et même certains cancers. A l'exemple de l'alimentation, d'autres déterminants tels que psychologiques (le stress), les déterminants sociaux-culturels (la culture, la famille, les pairs), les déterminants environnementaux et économiques (coût, disponibilité, marketing) pourraient affecter l'état de santé de l'individu. (Youssoufa et al. 2022).

Ainsi, bien que bénéficiant d'un patrimoine génétique sain, l'individu ne serait pas à l'abri de tels troubles métaboliques. A l'instar d'être hérité, le diabète semble s'acquérir par le comportement alimentaire et certains facteurs sociaux et environnementaux. Tous ces facteurs semblent être liés de façon directe ou indirecte dans le processus d'acquisition du diabète. Celui-ci (le processus) semble s'identifier comme celui qui conduit l'individu à acquérir ou développer le diabète. Ainsi, le diabète semble s'acquérir de différentes manières. Ces différentes formes d'acquisitions pourraient créer une certaine forme de résilience chez les individus diabétiques (Julien,2020). De ce fait, selon que l'individu hérite ou non du diabète, il pourrait présenter une structure biofonctionnelle correspondante à la diabétogénèse. Un diabétique présentant donc un diabète hérité pourrait se caractériser par un métabolisme, c'est-à-dire une résilience biophysique, différente de celui de son pair ayant acquis un diabète.

En d'autres termes, le sujet diabétique dont le rééquilibrage bio fonctionnel dû à cette perturbation est hérité, c'est-à-dire possédant des antécédents familiaux de diabète pourrait présenter une résilience physique différente de celle de son pair, n'ayant pas hérité du diabète mais l'ayant acquis, c'est-à-dire qui n'a pas un antécédent diabétique familial. L'origine du diabète ou la diabétogénèse pourrait influencer différemment le profil physique de l'individu diabétique.

L'influence des stimulations extérieures sociophysiques, bioenvironnementales et bioacquises sur la capacité d'ajustement biophysique et physique de l'organisme du diabétique à la perturbation

métabolique dont il est soumis a fait objet de quelques travaux. Par exemple, Pate et al. (2022), ont examiné un modèle d'équation structurelle chez les adultes atteints de diabète de type 1 et 2 : Ce modèle explore l'interaction entre les états psychologiques et les résultats du diabète, et l'effet médiateur de la résilience. Monique (2022), a examiné la culture créole, l'éducation thérapeutique des personnes diabétiques et la compétence culturelle des acteurs : L'exemple de la Martinique. Elle examine le rôle de la culture créole, de l'éducation thérapeutique dans la résilience des personnes diabétiques en Martinique. Dans une autre perspective, Bissa (2022), a examiné les déterminants qui favorisent ou non l'autogestion du diabète de type 2 chez les personnes souffrant de cette maladie. Dans cette étude, Bissa a tenté de traiter la résilience en rapport avec les déterminants qui favorisent ou non l'autogestion du diabète de type 2.

A l'analyse, les travaux examinant la résilience biophysique de l'individu en situation de diabète en rapport avec des mécanismes biologiques n'ont considéré que le rôle des caractères bioinnés. Il semble que, dans ces études, l'effet des caractères bioacquis par l'organisme de l'individu n'ait pas suffisamment été prise en compte en tant que variable susceptible d'influencer le profil physique du diabétique. L'objectif de la présente étude est d'examiner l'effet de la source du diabète sur l'évolution du profil physique du diabétique avant et après vingt-quatre (24) mois de prise en charge.

1. Méthodologie

1. 1. Matériel

La présente étude porte sur la résilience biophysique des personnes adultes diabétiques confrontées à une inadaptation biologique ayant différente hérédité, en l'occurrence les diabétiques. Cette catégorie d'individus, est encline à une métabolisation moins appropriée, serait en nombre important dans les pays identifiés comme moins susceptibles d'abriter de tels individus, notamment l'Afrique. Dans cette optique, l'on est passé de 3, 1 % (4 millions) en 1980 à 7,1 % en 2014 soit (25 millions) d'adultes diabétiques dans cette région du monde (Organisation Mondiale de la Santé (OMS)-Centre Média, 2017). La proportion actuelle de diabétiques en Afrique semble être caractéristique de l'expansion démographique des diabétiques dans des pays issus de ce continent Africain.

La Côte d'Ivoire en est un exemple. Des travaux font état de ce que la proportion d'individus en situation de diabète, qui était environ 100 mille en 1980, avoisine 501530 en 2013 (Fédération Internationale de Diabète, 2013). Le nombre de diabétiques auquel tend à être confronté l'espace ivoirien n'est pas loin d'être irréversible. En vue de faciliter l'accompagnement, l'encadrement et la prise en charge de ces personnes, un cadre a été créé, en l'occurrence le Centre Anti-diabétique d'Abidjan (CADA), dont l'objectif est

d'offrir à ces individus des possibilités d'améliorer le système métabolique de leur organisme. Dans ce lieu, plus de 43000 diabétiques sur plus de 500000 bénéficient d'une activation biofonctionnelle (Organisation Mondiale, op.cit).

Le centre antidiabétique d'Abidjan (CADA) apparaît, de ce fait, être le lieu dans lequel la plupart des personnes diabétiques en Côte d'Ivoire est assistée biophysiquement. Il accueille régulièrement des diabétiques insulino-dépendants ou de type I, ceux insulino-résistants ou de type II, des personnes présentant une hypercholestérolémie et des femmes présentant un diabète gestationnel. L'on identifie au sein de ces diabétiques du CADA des fonctionnaires, des femmes au foyer, des individus en quête de leur premier emploi, des retraités, des travailleurs du secteur privé, des étudiants, des élèves. Chacune des catégories de ces diabétiques se structure en femmes et en hommes dont l'âge varie entre 18 à 79 ans voire plus, provenant de toutes les régions de la Côte d'Ivoire. Tous ces patients fréquentant le CADA sont originaires de toutes les régions de la Côte d'Ivoire c'est-à-dire du Centre, de l'Est, de l'Ouest, du Nord ou du Sud (EDS-CI, 2021). L'on observe également dans cette population morbide, des personnes diabétiques issues des familles ayant des antécédents de famille de diabète. D'autres par contre, proviennent de famille qui ne présente aucun antécédent de diabète familial.

Dans cette perspective, l'on s'intéresse à la résilience des individus diabétiques adultes de type 2 de 35 ans à 54 ans issues d'une famille ayant des antécédents de diabète d'une part et des individus dont la famille ne présente aucun membre de la famille atteint de diabète d'autre part. Le précédent groupe de patients est composé de femmes et d'hommes dont la famille a des antécédents de famille de diabète. Autrement dit, ils sont issus d'une famille ou l'on trouve des parents atteints du diabète. Dans certains cas, l'on pourrait dénombrer soit deux (2) ou plusieurs personnes ascendantes ou consanguines atteintes du diabète. Ces personnes peuvent être soit le père ou la mère, ou les deux parents, soit les frères et sœurs, soit des grands parents (paternels ou maternels) ou encore des parents proches. Ceux-ci auraient sensiblement hérité du diabète donc sont qualifiés de patients ayant hérité du diabète. Le second groupe est composé de patients dont la famille n'a aucun antécédent de diabète familial. En d'autres termes, ce sont des individus dont aucun membre de leur famille biologique n'est atteint du diabète si ce n'est qu'eux seuls. Ces individus sont issus d'une famille qui n'a aucune notion de diabète (Ameli,2021).

Chez ces sujets, la participation aux séances d'exploration fonctionnelle de contrôle, d'éducation et de suivi alimentaire n'est pas similaire en passant d'un (e) diabétique à l'autre. Elle se relève régulière chez la majorité des diabétiques de type 2 et moins fréquente chez les types 1. L'examen des dossiers médicaux ainsi que les résultats du contrôle biologique régulier montrent par ailleurs que quelques-uns des diabétiques reçus au

CADA présentent d'autres troubles métaboliques, notamment l'hypertension artérielle, l'obésité et bien d'autres pathologies. Le recrutement de ces sujets pour l'étude s'est effectué en tenant compte de leurs profils socio-démographiques, socio-sanitaire et économique dont l'examen montre une hétérogénéité concernant l'âge, le sexe, l'origine ethnique, la profession, les antécédents de maladies.

Ainsi, l'application de l'âge ainsi que l'origine du diabète, comme critère de sélection, a permis de sélectionner 280 sujets ayant un âge compris entre 35 et 54 ans sur 350 patients. L'effectif des sujets est passé à 270, lorsqu'ils sont appariés en fonction du sexe et l'origine du diabète ou de la diabétogénèse (Hérédité). L'appariement des femmes aux hommes sur le type d'hérédité réduit de 45 le nombre de patients présélectionnés. La prise en compte de la profession a entraîné la constitution de divers groupes ayant des effectifs relativement équivalents : 72 fonctionnaires, 80 individus en quête d'emploi, 73 travailleurs du secteur public et privé. La moitié de ces sujets est célibataire et ce statut matrimonial se répartit indifféremment entre les femmes, les hommes présentant une perturbation de leur métabolisme glucidique (diabète de type 2). Considérant ces caractéristiques comme des critères d'inclusion ou de non inclusion des sujets, 225 sur 320 diabétiques de type 2, ayant un dossier médical de suivi d'au moins deux (2) ans au sein du CADA et ayant accepté volontairement de participer à l'étude ont été sélectionnés. Cet échantillon, obtenu par la technique de choix raisonné, comprend 100 diabétiques issus de famille ayant un antécédent de diabète familial (hérité de diabète) soit (45 hommes et 55 femmes). L'autre groupe de l'échantillon comprend 125 patients diabétiques provenant d'une famille qui n'a pas d'antécédent de diabète familial (Diabète non hérité), (55 hommes et 70 femmes).

1. 2. Méthodes

Les observations relatives à la proportion de l'effet probable des différents types de l'hérédité dans leur interaction avec l'adaptabilité biophysique du diabétique s'inscrivent dans une approche transversale. Elles se sont fondées sur deux enquêtes qui se sont déroulées, de novembre 2020 à juin 2021. La première a consisté à réaliser un pré-test auprès des diabétiques qui fréquentent l'unité destinée aux personnes présentant de tels dysfonctionnements en octobre 2020. Celui-ci (pré-test) a permis d'améliorer et de valider le questionnaire d'échantillonnage et les outils de mesure de la résilience biophysique et des items portant sur le type d'hérédité. La seconde période a été celle de l'enquête proprement dite. Elle s'est faite de novembre 2020 à juin 2021 en trois étapes. L'on a informé les diabétiques, suivant leur arrivée au CADA, du projet de réalisation d'une enquête scientifique à laquelle ils sont sollicités à y participer. L'objectif général de l'étude leur a été

présenté, et les réponses à leurs préoccupations ont permis d'obtenir leur consentement. Ceux-ci, au nombre de 345, ont donné leur avis favorable pour participer à l'enquête. L'enquête a commencé, par la soumission à l'attention de ces derniers d'un questionnaire de vingt (20) items en face à face portant sur leurs caractéristiques sociodémographiques, économiques et sur le type hérédité c'est-à-dire les antécédents de maladie familiale notamment le diabète. Les réponses de ces sujets au questionnaire ont été dépouillées en mettant l'accent sur leur âge, leur sexe, les antécédents familiaux de diabète (hérédité) et leur profession. Cette opération de tri a permis de sélectionner 225 patients diabétiques dont 100 diabétiques issus de famille ayant un antécédent de diabète familial (hérité de diabète) soit (45 hommes, 55 femmes) et 125 diabétiques provenant d'une famille qui n'a pas d'antécédent de diabète familial (Diabète non hérité), (55 hommes, 70 femmes).

Les paramètres physiques, en l'occurrence le poids, les tours de taille et de hanche, de cet échantillon de diabétiques ont été examinés à la suite de l'administration du questionnaire à travers l'utilisation des instruments spécifiques que sont la balance électronique (poids corporel), le ruban mètre (tours de taille et de hanche). L'utilisation de ces outils anthropométriques, désignés par Brangier et al. (2021) comme les plus appropriés dans la mesure de l'apparence physique de l'homme, a fourni des informations relativement précises sur le profil physique des diabétiques interrogés. Des entretiens semi-structurés se sont enfin révélés utiles pour avoir des réponses à certains items non renseignés dans le questionnaire ou des précisions sur d'autres qui paraissent flous. Cette procédure de test-retest est d'autant nécessaire que les individus observés affichent une certaine résistance ou prudence quant aux données les concernant. Pour ce faire, le processus de collecte a mobilisé deux infirmiers et deux anthropologues biologistes, c'est-à-dire des personnes familiarisées à l'information biospécifique, pour une prise d'informations de façon subtile et moins falsifiée. Ces dispositions, en termes de procédure et d'opérateurs, ont créé une atmosphère de confiance et de sécurité chez les diabétiques. Un tel cadre relationnel a permis d'obtenir des données empiriques suffisamment exploitables sur les deux sous-groupes de diabétiques sélectionnés.

Conformément aux directives de protection édictées par les autorités face à la propagation de la pandémie de COVID-19 au cours de laquelle l'enquête s'est déroulée, toutes les mesures ont été prises pour réduire le temps de contact avec les patients. De même, le port du cache nez, l'utilisation du gel hydroalcoolique, le lavage systématique des mains et le port de gant à chaque opération de mesures ont été respectés.

Le traitement des données sur la résilience biophysique issues du questionnaire s'est fondé sur des catégories d'âge des patients tels que martèlent Sassor et al. (2017). Celles-ci sont formées en se référant à l'âge

d'apparition du diabète notamment le diabète de type 2 selon Bismuth (2020). Les données obtenues, à l'issue de ce processus de mesure, ont été traitées à travers le logiciel IBM SPSS Statistics version 23.

La distribution des données portant sur les paramètres biophysiques suivant la diabétogénèse (Origine du diabète) a été examinée. Les résultats des tests de normalité utilisés, en l'occurrence Shapiro-wilk, montrent une répartition gaussienne des données anthropométriques considérées ($p=0,122$ à $0,580 > 0,05$). Les tests Anova multivarié et le test T de student pour échantillon apparié apparaissent les mieux indiqués pour la comparaison des données relatives au poids, aux tours de taille et de hanche moyens des deux groupes entre eux. Ces données biophysiques se révèlent moins sensibles, contrairement aux données totalement biophysiques. Le seuil de significativité des résultats a été fixé à 0,05 et sont présentées en moyenne et en écart type.

Résultats

Tableau 1. Comparaison du Poids (P), de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), du Tour de taille (TT) et du Tour de hanche (TH) moyens présentés par les diabétiques (Femmes (F) et Hommes (H) âgés de 35 à 44 ans ayant un diabète hérité après vingt-quatre (24) mois de suivi à ceux qui les caractérisent initialement.

| Sexe | | N | POIDS | IMC | TT | TH |
|----------------|------|----|-------------|------------|-------------|--------------|
| Femmes | Pré | 25 | 79,13±15,85 | 29,77±6,10 | 106,45±8,35 | 120,00±11,54 |
| | Post | 25 | 85,32±15,67 | 32,03±5,28 | 110,45±6,47 | 121,00±8,12 |
| Test-t Student | | 25 | 0,000*s | 0,000*s | 0,039*s | 0,613 ns |
| Hommes | Pré | 20 | 67,38±10,47 | 22,73±4,06 | 85,11±8,08 | 96,00±9,59 |
| | Post | 20 | 72,75±10,27 | 25,27±3,22 | 90,33±7,22 | 100,11±9,63 |
| Test-t Student | | 20 | 0,039*s | 0,057 ns | 0,000*s | 0,000*s |

N= Nombre, P=poids, IMC = Indice de Masse Corporelle, TT= Tour de taille, TH= Tour de Hanche, *S= Significatif, NS= Non significatif. N=Number, P= Weight, BMI=Body Mass Index, TT= Waist size, TH= Hip circumference, *S=Significant effect, NS= Non significant

Les résultats observés chez les diabétiques ayant un diabète hérité âgés de 35 à 44 ans montrent une différence statistiquement significative entre les paramètres observés avant et après vingt-quatre (24) mois de prise en charge. Autrement dit, le test montre qu'il y a une transformation avantageuse des paramètres physiques des patients. Ainsi, chez les deux groupes de patients, l'effet de la potentialisation est significatif concernant le poids et le tour de taille (0,000*s et 0,039*s). Pour les femmes, l'on note une influence de l'activation sur l'IMC (0,000*s) et non sur le tour de taille. En revanche, l'effet

de la potentialisation est mathématiquement corroboré par les résultats des comparaisons relatives au tour de hanche (0,000*s). Les deux groupes de patients sont résilients du poids et du tour de taille. (Confère le tableau 1)

Tableau 2. Comparaison du Poids (P), de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), du Tour de taille (TT) et du Tour de hanche (TH) moyens présentés par les diabétiques (Femmes (F) et Hommes (H) âgés de 35 à 44 ans n'ayant pas un diabète hérité après vingt-quatre (24) mois de suivi à ceux qui les caractérisent initialement

| Sexe | N | POIDS | IMC | TT | TH | |
|----------------|------|-------|-------------|------------|-------------|--------------|
| Femmes | Pré | 25 | 63,75±22,77 | 23,78±7,36 | 90,67±13,31 | 101,39±10,37 |
| | Post | 25 | 71,50±20,12 | 26,53±6,53 | 93,00±10,15 | 105,34±10,11 |
| Test-t Student | | 25 | 0,046*s | 0,024*s | 0,000*s | 0,000*s |
| Hommes | Pré | 20 | 73,27±13,20 | 25,09±4,89 | 90,15±10,62 | 99,10±9,76 |
| | Post | 20 | 77,20±13,22 | 26,07±4,78 | 92,65±11,18 | 104,45±9,66 |
| Test-t Student | | 20 | 0,167 ns | 0,257 ns | 0,098 ns | 0,000*s |

N= Nombre, P=poids, IMC = Indice de Masse Corporelle, TT= Tour de taille, TH= Tour de Hanche, *S= Significatif, NS= Non significatif. N=Number, P= Weight, BMI=Body Mass Index, TT= Waist size, TH= Hip circumference, *S=Significant effect, NS= Non significant

Les résultats observés chez les diabétiques n'ayant pas un diabète hérité âgés de 35 à 44 ans montrent une différence statistiquement significative entre tous les paramètres observés avant et après vingt-quatre (24) mois de prise en charge chez les femmes. En effet, les résultats montrent qu'il y a une transformation des paramètres physiques observés après vingt-quatre (24) mois de prise en charge. Mieux, les tests montrent que les paramètres physiques observés après vingt-quatre (24) de stimulation métabolique, ont subi une amélioration ou une évolution positive. Celle-ci, selon le test est significatif et serait à l'avantage des femmes. Chez les deux groupes de patients, l'effet de la potentialisation sur la graisse corporelle est très significatif (0,000*s). Par ailleurs, l'on n'observe pas de différence concernant le poids, l'IMC et le tour de taille chez les hommes ($p > 0,005$). Les femmes n'ayant pas un diabète hérité seraient plus résilientes que leur homologue homme (confère le tableau 2)

Tableau 3. Comparaison du Poids (P), de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), du Tour de taille (TT) et du Tour de hanche (TH) moyens présentés par les diabétiques (Femmes (F) et Hommes (H) âgés de 45 à 54 ans ayant un diabète hérité après vingt-quatre (24) mois de suivi à ceux qui les caractérisent initialement

| Sexe | | N | POIDS | IMC | TT | TH |
|----------------|------|----|-------------|------------|--------------|--------------|
| Femmes | Pré | 30 | 77,81±20,56 | 28,55±6,03 | 105,76±13,29 | 115,40±13,28 |
| | Post | 30 | 79,79±21,64 | 29,28±6,01 | 107,14±11,53 | 118,80±12,59 |
| Test-t Student | | 30 | 0,157 ns | 0,149 ns | 0,000*s | 0,000*s |
| Hommes | Pré | 25 | 81,52±18,12 | 26,17±5,50 | 82,00±8,66 | 106,15±7,73 |
| | Post | 25 | 80,19±18,29 | 25,68±5,32 | 81,67±4,61 | 104,84±7,70 |
| Test-t Student | | 25 | 0,609 ns | 0,544 ns | 0,081 ns | 0,000*s |

N= Nombre, P=poids, IMC = Indice de Masse Corporelle, TT= Tour de taille, TH= Tour de Hanche, *S= Significatif, NS= Non significatif. N=Number, P= Weight, BMI=Body Mass Index, TT= Waist size, TH= Hip circumference, *S=Significant effect, NS= Non significant

Chez les diabétiques ayant un diabète hérité dont l'âge varie entre 45 et 54 ans, les résultats révèlent une différence statistiquement corroborée entre les tours de taille et de hanche pour les femmes et les tours de hanche pour les hommes (P-value : 0,000*s). En d'autres mots, les deux groupes de patients seraient résilients de la graisse corporelle après vingt-quatre (24) mois de stimulation métabolique. Mieux, après vingt-quatre (24) mois de prise en charge, les tours de taille chez les deux groupes ont subi une transformation avantageuse. En revanche, l'on n'observe pas de différence entre le poids et l'IMC de départ à ceux qui les caractérisent après vingt-quatre (24) de prise en charge. Autrement dit, selon le test, le poids et l'IMC des deux groupes de patients ne n'ont pas subi d'évolution significative. (Confère le tableau 3)

Tableau 4. Comparaison du Poids (P), de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), du Tour de taille (TT) et du Tour de hanche (TH) moyens présentés par les diabétiques (Femmes (F) et Hommes (H) âgés de 45 à 54 ans n'ayant pas un diabète hérité après vingt-quatre (24) mois de suivi à ceux qui les caractérisent initialement

| Sexe | | N | POIDS | IMC | TT | TH |
|----------------|------|----|-------------|------------|-------------|-------------|
| Femmes | Pré | 40 | 73,16±12,72 | 26,64±4,04 | 96,25±11,75 | 109,30±9,38 |
| | Post | 40 | 75,68±13,52 | 27,73±4,91 | 99,38±11,71 | 112,30±8,32 |
| Test-t Student | | 40 | 0,128 ns | 0,118 ns | 0,414 ns | 0,000*s |
| Hommes | Pré | 30 | 71,17±9,63 | 23,70±2,61 | 93,06±11,87 | 102,57±6,59 |
| | Post | 30 | 77,45±11,83 | 25,60±3,34 | 97,13±10,65 | 106,92±5,42 |
| Test-t Student | | 30 | 0,000*s | 0,001*s | 0,011*s | 0,580 ns |

N= Nombre, P=poids, IMC = Indice de Masse Corporelle, TT= Tour de taille, TH= Tour de Hanche, *S= Significatif, NS= Non significatif. N=Number, P= Weight, BMI=Body Mass Index, TT= Waist size, TH= Hip circumference, *S=Significant effect, NS= Non significant

Les résultats observés chez les diabétiques ne présentant pas un diabète hérité âgés de 35 à 44 ans montrent une différence statistiquement significative entre tous les paramètres observés avant et après vingt-quatre mois de prise en charge chez les hommes. Autrement dit, les résultats obtenus montrent qu'il y a un écart entre les paramètres physiques présentés par les patients c'est-à-dire du poids, de l'IMC, des tours de taille et de hanches moyen avant et ceux qui les caractérisent après vingt-quatre (24) mois de prise en charge. Ces écarts sont corroborés mathématiquement. Ainsi, ces écarts révèlent qu'il a eu résilience, notamment chez les hommes concernant le poids, l'IMC et du tour de taille. Chez les deux groupes de patients, l'effet très significatif se réalise au niveau de la graisse corporelle (0,000*s). Par ailleurs, l'on n'observe pas de différence concernant le poids, l'IMC et le tour de taille chez les femmes ($p > 0,005$). Les hommes n'ayant pas d'hérédité de diabète seraient plus résilients que leur homologue femme (confère le tableau 4).

3. Discussion

L'examen de l'influence des variables biophysique acquies sur le profil physique des diabétiques adultes constitue l'objet d'étude du présent travail. Les résultats aux tests statistiques précédemment évoqués montrent que les patients ayant une hérédité de diabète présentent un poids, des IMC moyens inférieur à ceux de leurs pairs qui n'ont pas d'hérédité de diabète, après vingt-quatre (24) mois de stimulation. Des résultats similaires sont observés concernant les proportions des tours de taille et de hanche des deux groupes de patients. Les patients diabétiques ayant une hérédité de diabète

seraient physiquement plus résilients que leurs homologues n'ayant pas d'hérédité de diabète. L'hérédité influencerait la régulation physique du sujet diabétique. Dans cette perspective, les résultats des observations réalisées mettant l'accent sur l'effet de l'hérédité montrent que les femmes diabétiques, après vingt-quatre (24) mois de suivi médical, quel que soit le type de potentialisation biophysique, présentent un profil physique moins amélioré par rapport à celui qui les caractérisait avant le début de la stimulation métabolique. Autrement dit, l'on n'observe pas de diminution avantageuse de poids, d'Indice de Masse Corporelle (IMC). De même, on ne constate pas une diminution avantageuse de la graisse corporelle c'est-à-dire des périmètres de tours de taille et de hanche chez les diabétiques de sexe féminin qui ont une hérédité de diabète. Cette tendance est également observée chez leur homologue n'ayant d'hérédité de diabète. L'influence de l'hérédité chez les femmes diabétiques est presque constante, quelle que soit la tranche d'âge de ces diabétiques de sexe féminin (confère les tableaux 1, 2, 3 et 4).

Des constats similaires sont observés, lorsque l'on compare le profil physique des diabétiques masculins qui ont une hérédité de diabète à celui de leurs pairs n'ayant pas d'hérédité de diabète. Ces derniers, comme leurs pairs, présentent un profil physique non amélioré par rapport au dysfonctionnement métabolique auquel ils sont confrontés. Leurs paramètres corporels, notamment le poids, l'IMC semblent moins enclins à s'ajuster aux normes des exigences de niveau de métabolisation cellulaire dont leur organisme est subjectif. Quant aux périmètres des tours de taille et de hanche, après vingt-quatre (24) mois de stimulation métabolique semblent tendre vers l'ajustement métabolique très significatif notamment chez les hommes ayant une hérédité de diabète âgés de 45 à 54 ans. (Confère les tableaux 1, 2, 3 et 4).

Lieury (2020) a montré que les caractères génétiquement acquis influencent l'adaptation. Pour lui les différences individuelles que l'on a tendance à observer sont les reflets de caractères biologiques propres à chaque individu. Les traits acquis par les individus de leurs géniteurs façonnent à plusieurs niveaux la résilience morphologique de l'individu. En effet, un tel ou tel caractère acquis correspondrait à une certaine forme de résilience. L'équipement biologique d'un organisme diffère de celui d'un autre organisme, qui, par ricochet, crée des différences formes de résiliences entre les organismes. Certains équipements biologiques pourraient favoriser une bonne métabolisation de l'organisme, soit serait source d'une lente ou une mauvaise résilience. Toutes ces allégations sont confortées par Frieling (2021). Cette dernière indique que la résistance du métabolisme à l'action d'une substance médicamenteuse ne permet pas de réguler suffisamment le sucre stocké par l'organisme, ce qui par ricochet crée un déséquilibre organique. Les paramètres physiques notamment le poids et l'IMC relativement moins améliorés observés chez les diabétiques du CADA, quels

que soient l'âge et le type d'hérédité, illustrent parfaitement cette corrélation. En effet, bien que l'effet de l'hérédité sur les paramètres anthropométriques soit perceptible et très significatif, l'on constate cependant une relative évolution de ces derniers notamment le poids et l'IMC (Indice de Masse Corporelle). D'autres variables, notamment environnementales et biologiques, seraient susceptibles d'apporter quelques éléments de réponse

En effet, selon Décamps (2022), l'environnement immédiat de l'individu pourrait créer un obstacle à la résilience. Le poids du soutien familial ou des proches de l'individu en général mais en particulier celui atteint d'une maladie chronique aide celui-ci dans sa marche perpétuelle vers une renaissance biophysique appropriée. Aussi, Laurent et al op.cit, soutiennent que l'environnement propice serait aussi un acteur d'aide important dans le processus aboutissant à la résilience. Dans cette même veine, le milieu biologique serait un élément indispensable. Des auteurs, notamment Chen et al. (2021) ont montré que la réceptivité ou la sensibilité biophysique dépend particulièrement de chaque patrimoine génétique. En d'autres termes, chaque sensibilité biophysique est sous-jacente d'un patrimoine génétique particulier. En fait, pour Chen et al. (op.cit), chaque réaction chimique est catalysée par une enzyme spécifique, c'est-à-dire une protéine, laquelle serait à son tour codée par un gène. Ainsi, le génotype d'un individu serait conditionné ou dépendrait des enzymes nécessaires au métabolisme cellulaire de celui-ci. Par conséquent, la modification des gènes permettant la synthèse des enzymes ou une modification de l'information génétique entraînerait un changement du fonctionnement des cellules et par ricochet du métabolisme. De ce point de vue, le profil physique présenté par l'ensemble des diabétiques serait la conséquence de la non transformation du génotype des diabétiques, malgré la stimulation métabolique qu'ils ont reçue durant vingt-quatre (24) mois. En d'autres termes, le type de potentialisation biospécifique dont ont bénéficié les diabétiques serait relativement moins susceptible de réparer les gènes défectueux de façon à créer des conditions biophysiques permettant une bonne métabolisation et une modification positive des paramètres physiques liés au diabète. La similarité observée entre les profils physique des diabétiques, quelle que soit le type d'hérédité, semble donc montrer l'effet celui-ci aux exigences des génotypes des diabétiques

Ainsi, le fonctionnement physiologique, c'est-à-dire le patrimoine génétique, pourrait expliquer la non influence du traitement sur la trajectoire physique présentée par les diabétiques, quelle qu'en soit l'hérédité. En fait, les informations issues des entretiens font observer une alimentation glucidique importante chez plusieurs diabétiques. Le long confinement lié à la maladie de covid-19 et y compris la situation financière précaire serait, entre autres, des preuves palpables de cette invariabilité physique observée, malgré la stimulation métabolique. Le profil physique qui caractérise cette catégorie de

diabétiques serait certainement dû à une faible conciliation entre une bonne observance thérapeutique, condition sociale et une alimentation faiblement métabolisante. Par ailleurs, ces mêmes informations rapportent également que la plupart des diabétiques (féminins, masculins) se caractérisent par un ensemble de comportements moins métabolisant. L'on constate chez ces individus une inactivité sportive, une sédentarité importante, une consommation fréquente, la non observance thérapeutique adéquate et de façon régulière des soins qui leur sont proposés. Or, les observations faites dans ce sens par (Enora, 2022 & Pommerieux et al.2021) mettent en évidence l'effet négatif de telles pratiques sur le réajustement du métabolisme. Les profils physiques inchangés des diabétiques, en dépit des stimulations thérapeutiques dont ils bénéficient qui normalement supposée être métabolisant, seraient le résultat du mode de vie non physiologique réparateur de ces derniers.

En clair, bien que le type d'hérédité jouerait un effet important dans le processus de réajustement métabolique c'est-à-dire dans la résilience physique de l'individu en général mais en particulier l'individu diabétique mais la stimulation biocorporelle dont son organisme est sujet dans le système de rééquilibrage physique face au dysfonctionnement auquel il est confronté doit être adéquat, s'il ne correspond suffisamment pas aux génotypes des individus qui en bénéficient. Certes, un traitement ajusté aux troubles métaboliques serait important pour une réduction de l'effet de ces perturbations biophysiques, mais il semble loin d'être suffisant, à lui seul, pour l'amélioration du mécanisme métabolique. Le génome de l'individu apparaît, être l'une des variables explicatives de l'impact positif ou non des ressources physiologiques intrinsèques ou acquises sur le réajustement de chaque organisme en réponse à l'agent perturbateur.

Conclusion

La résilience physique de l'individu notamment le diabétique serait soumis à des caractères génétiques ou au patrimoine génétique de celui-ci. L'examen de ce lien auprès des diabétiques âgés de 35 à 54 ans pris en charge au centre antidiabétique d'Abidjan en rapport avec les différentes formes d'hérédité du diabète aboutit à des résultats spécifiques qui semble étayer l'hypothèse de l'action des caractères biologiquement acquis dans le processus de résilience de l'individu.

Ainsi, les résultats obtenus montrent que les diabétiques ayant un diabète hérité présentent des caractères physiques moyens qui s'écartent de ceux de leurs pairs n'ayant pas hérité du diabète. Autrement dit, après vingt-quatre (24) mois de stimulation métabolique, les tests montrent que les patients ayant hérité du diabète présentent des poids, des IMC moyens inférieurs à ceux de leurs pairs n'ayant pas hérité du diabète. Des résultats similaires sont

observés concernant les proportions des tours de taille et de hanche. Les patients ayant un diabète hérité sont plus résilients que leurs pairs n'ayant pas hérité du diabète. L'équipement biologique dont dispose un individu en situation de diabète se révèle être un facteur important, qui influence le processus de réadaptation du métabolisme de ce dernier. Les résultats obtenus dans le présent travail mettent donc en évidence l'influence de l'hérédité dans le processus de la résilience biophysique d'un individu. Cependant pour une meilleure adaptation des profils biophysiques, la nécessité de proposer aux personnes en situation de diabète en fonction de leur équipement biologique, une alimentation individualisée, c'est-à-dire qu'il soit synchrone avec son patrimoine génétique, en plus du traitement médicamenteux selon son niveau d'adaptation physique, serait bénéfique pour une meilleure adaptation. De plus, des campagnes de sensibilisation lié au régime alimentaire, à la pratique régulière d'activité sportive permettrait d'aider les diabétiques dans leur quête perpétuelle de rééquilibre biophysique. Des études ultérieures prenant en compte cette adéquation du degré de l'hérédité associée à une bioalimentaire spécifique chez les diabétiques pourraient éclairer suffisamment la question du profil biophysique de ces derniers.

Remerciements

Les auteurs remercient tout le personnel du centre antidiabétique d'Abidjan (CADA) avec à sa tête Docteur Acka Félix pour leur disponibilité, accompagnement et leur participation à l'étude.

Conflits d'intérêts: Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflits d'intérêts.

References:

1. Ameli (s.d). Causes et facteurs favorisants du diabète. Repéré le 21 juin 2023 <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/diabete-comprendre/causes-facteurs-favorisants#>:
2. Babić, R., Babić, M., Rastović, P., Ćurlin, M., Šimić, J., Mandić, K., & Pavlović, K. (2020). Resilience in Health and Illness. *Psychiatria Danubina*, 32(Suppl 2), 226–232.
3. Benitez, F., Reghezza, M. (2018). Les capacités à faire face ou comment repenser la résilience des individus. In VertigoO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Hors-série 30. <https://doi.org/10.4000/vertigo.19116>.
4. Benoit, T. (2019). Itinéraires de résilience d'adolescents en situation sociofamiliale critique. Education. [Thèse de doctorat, Université de Haute Alsace – Mulhouse]. Archive ouverte HAL. <https://theses.hal.science/tel-02562470/document>.

5. Bismuth, R. E. (2020). Le diabète de type 2 chez l'enfant et l'adolescent. *Médecine des maladies métaboliques*, 14(5)÷,401-407.
6. Bissa, N., D. (2022). Les Déterminants Qui Favorisent Ou Non L'autogestion Du Diabète De Type 2 chez les personnes souffrant de cette maladie : Une étude réalisée à l'Hôpital régional d'Ebolowa. *International Multilingual Journal of Science and Technology*, 7(7), 5113-5120
7. Brangier, É. & Valléry, G. (2021). Anthropométrie. Dans Ergonomie : É. Brangier & G. Valléry (Dir), Ergonomie : 150 notions clés (pp. 96-102). Paris : Dunod
8. Chen, C. W., Guan, B. J., Alzahrani, M. R., Gao, Z., Gao, L., Bracey, S., Wu, J., Mbow, C. A., ... Hatzoglou, M. (2022). Adaptation to chronic ER stress enforces pancreatic β -cell plasticity. *Nature communications*, 13(1), 4621. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-32425-7>
9. Clément, B. (2020). Adaptation génétique et détection de la sélection dans le cadre d'évolutions expérimentales. Sciences agricoles. [Thèse de Doctorat, Université de La Rochelle]. Archive ouverte HAL. <https://theses.hal.science/tel-03217145/document>
10. Coramh.(s.d).Dans Maladies héréditaires dominantes. Répéré le 10 mai 2023 à <https://coramh.org/maladies-hereditaires-dominantes>
11. Décamps. G (2022). Etude de l'adaptation psychologique aux environnements isolés et confinés : Classification des manifestations de stress et des réactions adaptatives à la situation d'hivernage polaire. [Thèse de doctorat, Université de Reims Champagne Ardenne]. Archive ouverte thèse GD. <https://gregdecamps.com/wp-content/uploads/2022/04/These-GD.pdf>
12. Enquête Démographique et de Sante (EDS-CI). (2021). Rapport des indicateurs-clés : Institut National de la Statistique Abidjan, Côte d'Ivoire.
13. Enora, L-B. (2022). Reprogrammation cellulaire pour améliorer la régénération tissulaire altérée dans les pathologies du vieillissement. [Thèse de Doctorat). Université de Montpellier]. Archive ouverte HAL, <https://theses.hal.science/tel-04033816/document>.
14. Fédération Internationale de Diabète (FID). (2013). Atlas du diabète (6ème éd.), Bruxelles, FID
15. Frieling, K., Monte, S. V., Jacobs, D., & Albanese, N. P. (2021). Weight loss differences seen between glucagon-like peptide-1 receptor agonists and sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors for treatment of type 2 diabetes. *Journal of the American Pharmacists Association* : JAPhA, 61(6), 772–777. <https://doi.org/10.1016/j.japh.2021.06.015>

16. Gaëlle, P. (2022). L'hérédité étendue en biomédecine, Briser le silence. *Med Sci*, 38(11), 936–940. <https://doi.org/10.1051/medsci/2022147>
17. Julien, L. (2020). Héréditaire. L'éternel retour des théories biologiques du crime : Paris, Seuil.
18. Jordan, B. (2021). La génomique et la diversité humaine. *Appartenances & Altérités*, (1).DOI : <https://doi.org/10.4000/alterites.365>
19. Lieury, A. (2020). Hérédité et milieu. Manuel visuel de psychologie cognitive. Dunod.
20. Maul, S., Giegling, I., Fabbri, C., Corponi, F., Serretti, A., & Rujescu, D. (2020). Genetics of resilience: Implications from genome-wide association studies and candidate genes of the stress response system in posttraumatic stress disorder and depression. *American journal of medical genetics. Part B, Neuropsychiatric genetics : the official publication of the International Society of Psychiatric Genetics*, 183(2), 77–94. <https://doi.org/10.1002/ajmg.b.32763>
21. Monique, L. (2022). Culture créole, éducation thérapeutique des personnes diabétiques et compétence culturelle des acteurs : L'exemple de la Martinique. [Thèse de doctorat, Université des Antilles]. [Archive ouverte These.fr. https://www.theses.fr/2022ANTI0766](https://www.theses.fr/2022ANTI0766)
22. Mubungu, G.L. (2021). Gènes et maladies. *Ann Afr Med*; 15 (3), e4639-e4640. <https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v15i3.1>
23. OMS-Centre des Médias. (2017). « Diabète », Aide-mémoire, 312, p. 1-5
24. Pate, R.; Caswell, N., Gardner, KJ.; & Holyoak, L. (2022). Un modèle d'équation structurelle chez les adultes atteints de diabète de type 1 et 2 : exploration de l'interaction entre les états psychologiques et les résultats du diabète, et l'effet médiateur de la résilience. *Acta Diabetol*, 59(12), 1575-1587.
25. Pommerieux M., Blanc N., Laigle L., & Tonnelat S.(2021). Capabilités et adaptation en Île-de-France. De la difficulté à intégrer les capabilités dans les plans locaux d'adaptation au changement climatique. *Nat. Sci. Soc.* 29(2), 185-197.<https://doi.org/10.1051/nss/2021032>
26. Punthakee, Z.M.D., FRCPC, M.SC.,Ronald, G.M.D., FRCPC, FACE, Pamela, K. M.D., FRCPC.(2018). Définition, classification et diagnostic du diabète, du prédiabète et du syndrome métabolique. *Canadian Journal of Diabetes*,42 (2018), S10-S15. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2017.10.003>.
27. Sandra, L., Jean-Dominique., L., & Yvon, LM. (2017). « Les mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements

- climatiques et leurs limites ». Rapport adopté par l'Académie des sciences en séance plénière. Paris : Institut de France, Académie de science.
28. Sassor, O. P. A-T., Franck, K.E., Yao, E. K., Ekissi O. T., Denise, O. K., Stéphane, P.S., et al (2017). Pratiques alimentaires des diabétiques de type 2 suivis au centre antidiabétique d'Abidjan. *Revue santé publique*,29(3), 423 à- 430. <https://www.cairn.info/revue-sante-publique-2017-3-page-423.htm>.
 29. Thibaut, D. (2022). Percevoir et saisir des opportunités d'activité physique lors des transitions de vie : une question de résilience. [Thèse de Doctorat, Université de Lille]. Archive ouverte HAL.<https://theses.hal.science/tel-04095337/document>
 30. Thibord, F., Klarin, D., Brody, J. A., Chen, M. H., Levin, M. G., Chasman, D. I., Goode, E. L., Hveem, K., Teder-Laving, M., Martinez-Perez, A., Aïssi, D., Daian-Bacq, D., Ito, K., Natarajan, P., Lutsey, P. L., Nadkarni, G. N., de Vries, P. S., Cuellar-Partida, G., Wolford, B. N., Pattee, J. W., ... Smith, N. L. (2022). Cross-Ancestry Investigation of Venous Thromboembolism Genomic Predictors. *Circulation*, 146(16), 1225–1242. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.059675>.
 31. Youssoufa, S. M., Maman, D., Rahimou, M. O. A., Amadou, S., Adamou, H., Wahab, M. A., & Adehossi, E. (2022). Facteurs Associés à L'inobservance Thérapeutique chez les Patients Admis pour Acidocétose Diabétique à l'Hôpital National de Niamey. *ESI Preprints*, 11, 613. Retrieved from <https://esipreprints.org/index.php/esipreprints/article/view/209>.

Carcinome Papillaire Intra-Kystique du Sein : A Propos d'Un cas au Service de Gynécologie-Obstétrique du CHU Kara

Logbo-Akey Kossi Edem

Ajavon Dede Regina

Gynécologue-obstétricien,

Service de gynécologie-obstétrique du CHU Kara, Togo

M'Bortche Kignomon Bingo

Gynécologue-obstétricien, Clinique ATBEF, Lomé Togo

Kambote Yendoube Pierre

Aboubakari Abdoul Samadou

Gynécologue-obstétricien,

Service de gynécologie-obstétrique du CHU Kara, Togo

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p151](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p151)

Submitted: 21 April 2023

Accepted: 24 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Logbo-Akey K.E., Ajavon D.R., M'Bortche K.B., Kambote Y.P. & Aboubakari A.S. (2023). *Carcinome Papillaire Intra-Kystique du Sein : A Propos d'Un cas au Service de Gynécologie-Obstétrique du CHU Kara*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 151.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p151>

Résumé

Introduction : Le carcinome papillaire intra-kystique est une entité histologique rare de cancer du sein dont les principales caractéristiques sont l'évolution lente et un bon pronostic. Du fait de sa rareté, l'attitude thérapeutique varie selon les équipes. Nous rapportons une expérience de la prise en charge d'un de carcinome papillaire intra-kystique du sein chez une patiente de 59 ans. Observation médicale : Il s'agissait d'une patiente âgée de 59 ans, G8P8, ménopausée, ayant consulté pour masse du sein gauche. Cliniquement, le sein était de volume normal, le revêtement cutané était normal. La masse était ferme, mobile par rapport au plan superficiel et profond. Il n'y avait pas d'écoulement mamelonnaire ni d'adénopathie axillaire. La mammographie et l'échographie mammaire retrouvaient une lésion tissulaire probablement suspecte du QSE du sein gauche, classée ACR4. L'examen histologique après tumorectomie concluait à un carcinome papillaire intrakystique in situ du sein gauche. Une radiothérapie

complémentaire a été réalisée avec bonne tolérance de la patiente. Après 3ans de recul, les examens de contrôle clinique et paraclinique étaient normaux. Conclusion : Le carcinome papillaire intra-kystique est rare avec une prise en charge thérapeutique mal codifiée. Néanmoins il reste une entité histologique de bon pronostic.

Mots-clés: Carcinome papillaire intra kystique, cancer du sein, chu-Kara

Intracystic Papillary Carcinoma of The Breast: A Case Report at Kara University Hospital

Logbo-Akey Kossi Edem

Ajavon Dede Regina

Gynécologue-obstétricien,

Service de gynécologie-obstétrique du CHU Kara, Togo

M'Bortche Kignomon Bingo

Gynécologue-obstétricien, Clinique ATBEF, Lomé Togo

Kambote Yendoube Pierre

Aboubakari Abdoul Samadou

Gynécologue-obstétricien,

Service de gynécologie-obstétrique du CHU Kara, Togo

Abstract

Introduction: Intracystic papillary carcinoma is a rare histological entity of breast cancer whose main characteristics are slow evolution and good prognosis. Because of its rarity, the therapeutic attitude varies according to the team. We report our experience managing breast intracystic papillary carcinoma in patients 55-year-female. Medical observation: A 59-years old, woman(gravida 8, para 8), postmenopausal, consulted for breast lump. The lump was movable, without adenopathy. Mammography and breast ultrasound revealed a probably suspicious tissue lesion of the left breast, classified as ACR4. Histological examination after tumorectomy concluded an intracystic papillary carcinoma. Complementary radiotherapy was performed with good tolerance of the patient. After 3 years of follow-up, the clinical and imaging findings were normal. Conclusion: Intracystic papillary carcinoma is a rare disease with poorly codified therapeutic management. Nevertheless, it remains a histological entity with a good prognosis.

Keywords: Papillary intracystic carcinoma, breast, diagnosis, treatment

Introduction

Le carcinome papillaire intrakystique est une entité rare de carcinome intracanalalaire. Son incidence est estimée à environ 0,5% à 1% des cancers du sein (Ait benkaddour Y et al,2012 ; Salem A et al, 2009). Il est plus décrit chez l'homme avec 5 à 7,5% des cancers du sein chez l'homme. Chez la femme, elle apparait généralement après la ménopause sous forme d'une masse unique (Sun Y et al, 2014 ; Vagholkar K et al, 2013 ; Hariprasad S et al, 2013). Il est caractérisé par son évolution lente et son bon pronostic. Son développement au sein d'un canal galactophorique lui confère un aspect kystique trompeur avec une composante papillaire qui peut passer inaperçu à l'échographie (Bensaad H et al, 2013 ; Esposito E et al, 2019). La cytologie peut être trompeuse également et retarder le diagnostic. La prise en charge thérapeutique reste mal codifiée et varie selon les équipes. A travers ce cas rapporté au service de gynécologie-obstétrique du CHU Kara, nous présenterons les aspects épidémiologiques, cliniques, diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs de cette néoplasie du sein.

Observation

Il s'est agi d'une patiente de 59ans, reçue au service de gynécologie-obstétrique du Centre hospitalier universitaire de Kara pour masse du sein gauche apparue environ deux mois plus tôt. Dans ses antécédents, elle est G8P8, ménopausée il y 19ans, sans pathologie médicale connue. Elle n'était pas sous traitement hormonale substitutif de la ménopause. Elle n'avait jamais été dépistée du cancer du sein. Il y avait une histoire familiale du cancer du sein chez la sœur aînée. L'examen clinique notait un bon état général, IMC 28,9. Les seins étaient de volume normal avec un revêtement cutané normal. Au niveau du sein gauche, on notait une masse ferme régulière libre par rapport aux plans musculaire et cutané, siégeant dans le quadrant supéro-externe. Il n'y avait pas d'écoulement mamelonnaire, ni d'adénopathie axillaire, ni sus-claviculaire. Le sein droit était cliniquement normal. La mammographie montrait une opacité arrondie, dense, aux contours irréguliers sans microcalcifications, ni de distorsion architecturale (Figure 1). Il n'y avait pas d'épaississement cutané. Il s'agissait d'une masse suspecte classéeACR4. L'échographie mammaire décrivait une formation hétérogène, de contours irréguliers, contenant des foyers kystiques, sans atténuation postérieure et mesurant 22mm/ 15mm (Figure 2).

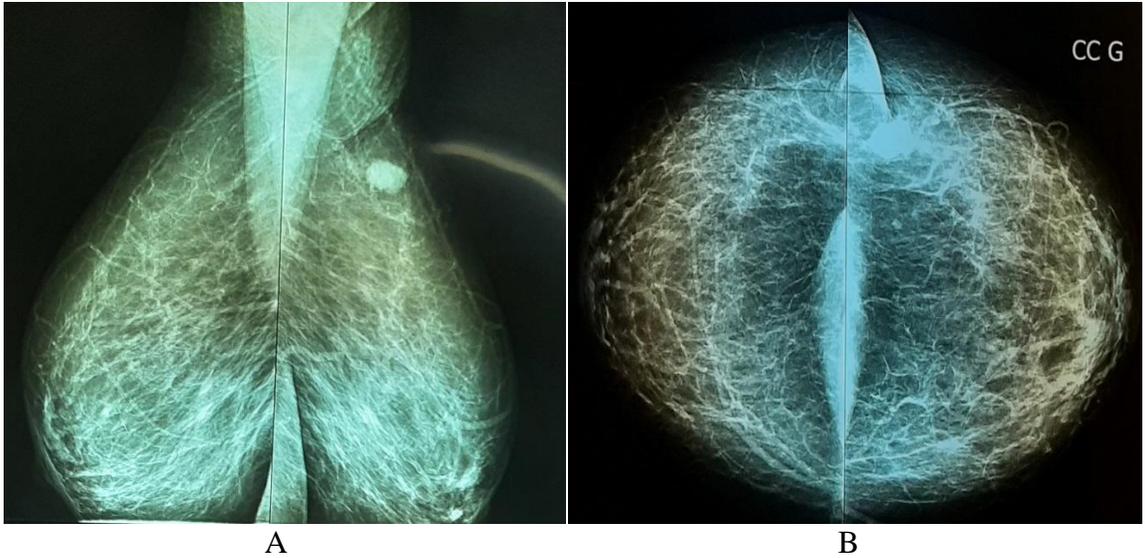


Figure 1. Clichés de mammographie montrant une opacité arrondie, dense, aux contours irréguliers du sein gauche (A : incidence oblique, B : incidence de face)

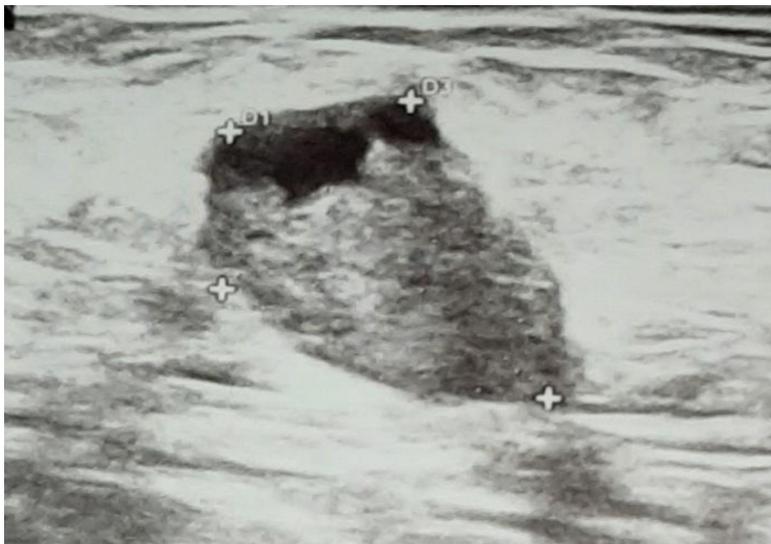


Figure 2. Echographie mammaire montrant une formation hétérogène, de contours irréguliers, contenant une plage kystique, sans atténuation postérieure

Devant ces caractères suspects de la masse, une tumorectomie a été faite et l'examen histologique montrait des axes conjonctivo-vasculaires créant des structures arborescentes dans la lumière des canaux. Ces axes sont bordés de plusieurs assises de cellules luminales cylindriques, associés à des structures micropapillaires. Les cellules sont monotones renfermant un noyau augmenté de volume, avec une légère augmentation du rapport nucléo-

cytoplasmique (Figure 3). L'histologie concluait donc à un carcinome papillaire intrakystique in situ du sein gauche avec des marges saines. Devant le caractère in situ et les marges saines, Il a été donc décidé un traitement conservateur avec irradiation du sein. La patiente a bénéficié de 50Gy en 25 séances de 2Gy. La surveillance clinique et paraclinique trois ans après le traitement initial était normale.

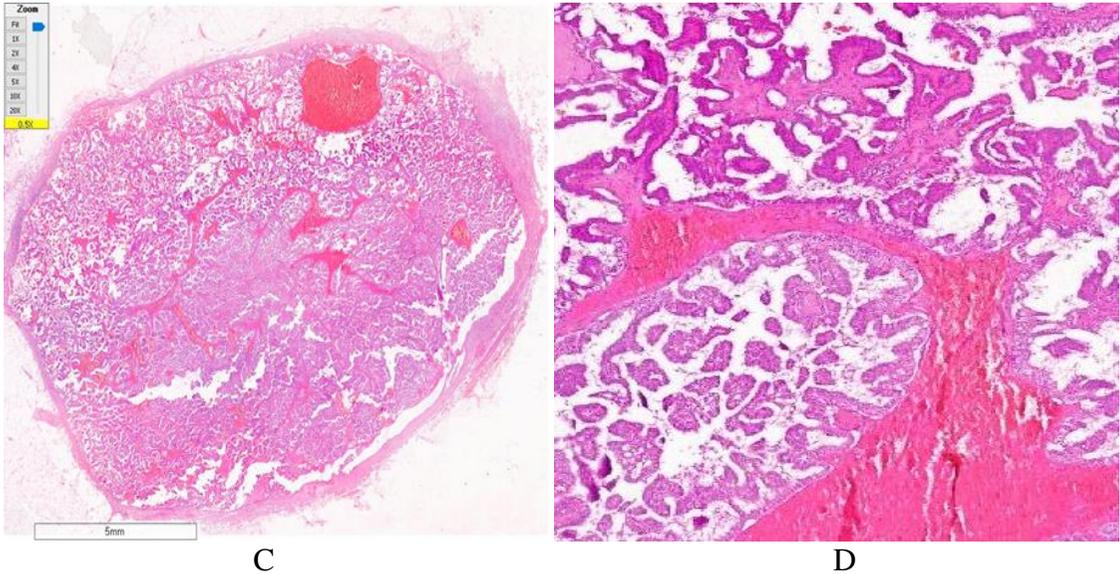


Figure 3. Aspect histologique (C et D) : axes conjonctivo-vasculaires créant des structures arborescentes dans la lumière des canaux. Ces axes sont bordés de plusieurs assises de cellules luminales cylindriques, associés à des structures micropapillaires

Discussion

Le carcinome papillaire intrakystique du sein est une forme rare du cancer du sein. Il apparait généralement après la ménopause avec un âge moyen au diagnostic de 55ans à 67ans (Ait benkaddour Y et al,2012). Cependant, il a été rapporté des cas survenant chez des patientes jeunes en âge de procréer (Ait benkaddour Y et al,2012 ; Bensaad H et al, 2013 ; Umanah IN et al, 2009). Il peut apparaitre isolé ou associé en périphérie à un carcinome canalaire in situ ou carcinome invasif (Solorzano CC et al, 2002).

Cliniquement, le sein est généralement de volume normal avec un revêtement cutané normal. La masse est souvent de siège central, le plus souvent retro-aréolaire, de consistance ferme ou rénitente, de taille variant entre 1cm et 14cm. Les aires ganglionnaires axillaires et sus-claviculaires sont libres. La tumeur peut se traduire par un écoulement mamelonnaire unipore sanglant, ou au contraire être de découverte fortuite lors d'une mammographie de dépistage (Ait benkaddour Y et al,2012 ; Muttarak M et al, 2005).

La mammographie retrouve une opacité bien circonscrite, ovale ou polylobé, aux contours nets mais pouvant être cachés ou indistincts par endroits (Salem A et al, 2009 ; Lam WWM et al, 2005 ; Abounouh N et al, 2017). L'échographie peut être trompeuse en objectivant que la composante liquidienne et décrire un kyste pur. Néanmoins, c'est la méthode d'imagerie de première intention pour la distinction des kystes des masses solides, des kystes purs des kystes complexes du sein. Les aspects classiques sont un kyste complexe avec une composante solide pouvant présenter des échos d'ombre postérieurs signant des hémorragies spontanées. Il est noté une vascularisée au doppler (Salem A et al, 2009 ; Larribe M et al, 2014 ; Brookes MJ et al, 2008). L'imagerie par résonance magnétique bien que non spécifique dans les tumeurs papillaires, oriente le diagnostic en montrant le cloisonnement et les nodules muraux (Lam WWM et al, 2005).

La cytologie par aspiration à l'aiguille fine comporte de nombreux faux négatifs et doit être interprétée avec prudence. La confirmation diagnostique est faite en histologie sur la pièce opératoire ou sur la biopsie de la composante solide du kyste (Levine PH et al, 2003). L'aspect macroscopique est celui d'une formation polylobée, friable et hémorragique au sein d'un kyste à paroi épaisse et fibreuse (Andrés B et al, 2003). L'aspect histologique est celui d'une arborescence conjonctivo-vasculaire grêle dépourvue d'une couche de cellules myoépithéliales, et une prolifération épithéliale néoplasique présentant les caractéristiques morphologiques d'un carcinome canalaire in situ de bas grade nucléaire. En périphérie des carcinomes papillaires intrakystiques, on note fréquemment un entrappement des structures épithéliales dans la paroi fibro-hyaline à l'origine des aspects pseudo infiltrants (MacGrogan G, 2009 ; MacGrogan G et al, 2003).

L'attitude thérapeutique n'est pas consensuelle et varie selon les équipes. La tumorectomie avec marge large saine semble faire le consensus. La mastectomie avec ou sans reconstruction peut être une option thérapeutique selon la taille de la masse ou la préférence de la patiente (Baron M et al, 2003 ; Harris KP et al, 1999). Du fait de l'absence d'envahissement ganglionnaire rapporté dans les études antérieures, il est déconseillé la chirurgie du creux axillaire afin d'épargner les patientes de complications liées à cette chirurgie (Baron M et al, 2003 ; Grabowski J et al, 2008). Cependant, en cas de carcinome invasif associé, l'appréciation de l'atteinte ganglionnaire se fera par biopsie du ganglion sentinelle (Masahiro K et al, 2011). Afin de minimiser le risque de récurrence, un contrôle local par radiothérapie adjuvant bien que controversée reste un excellent moyen thérapeutique chez les patientes de moins de 50ans ou dans les formes associées à un carcinome canalaire in situ (Fayanju OM et al, 2007 ; Esposito E et al, 2019). La chimiothérapie n'est pas obligatoire pour son faible potentiel invasif. L'hormonothérapie adjuvante

devrait être prescrite pour réduire le risque de récurrence locale en cas de récepteurs hormonaux positifs (Ingle SB et al, 2013).

Comparé aux carcinomes intra canalaire, le carcinome papillaire intrakystique est caractérisé par une évolution lente et un très bon pronostic comme rapporté dans la littérature avec un taux de survie de 91% à 96,8% à 10ans (Salem A et al, 2009 ; Lefkowitz M et al, 1994 ; Grabowski J et al, 2008)

Conclusion

Le carcinome papillaire intrakystique est une forme rare de cancer du sein. Son diagnostic est orienté par la mammographie et l'échographie mammaire. La confirmation diagnostique est histologique. La prise en charge thérapeutique n'est pas codifiée mais la tumorectomie large semble faire le consensus. La radiothérapie adjuvante est souhaitée afin de réduire le risque de récurrence. Son pronostic est bon.

Consentement éclairé: Le consentement a été pris pour la procédure et la publication

Conflits d'intérêts: Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt

Contributions des auteurs: Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

References:

1. Abounouh N, Belkouchi FZ, Zidane F, Yousfi M, Amrani S, Bargach S. Carcinome Papillaire Mammaire Intra Kystique: A Propos De Deux Cas. Global Journal of Medical Research: E Gynecology and Obstetrics 2017 Volume 17 Issue 1
2. Ait benkaddour Y, El Hasnaoui S, Fichtali K, Fakhir B, Jalal H, Kouchani M, Aboufalah A, Abbassi H. Intracystic papillary carcinoma of the breast: report of three cases and literature review. Case Rep Obstet Gynecol 2012; 2012:979563
3. Andrés B, Aguilar J, Torroba A, Martínez-Gálvez M, Aguayo JL. Intracystic papillary carcinoma in the male breast. Breast J. 2003;9:249–250
4. Baron M, Ladonne JM, Resch B, D'Anjou J. Traitement du carcinome papillaire intrakystique du sein, Imagerie de la Femme 2003 ; Vol 12, N° 3 pp. 209-211
5. Bensaad H, Latib R, Chami I, Boujida MN, Jroundi L. Carcinome papillaire mammaire et dystrophie fibrokystique. Maroc Médical 2013 ; tome 35 n°3

6. Brookes MJ, Bourke AG. Radiological appearances of papillary breast lesions. *Clinical Radiology* 2008 ; vol. 63, no. 11, pp. 1265–1273
7. Esposito E, Di Bonito M, Iodice G, Avino F, Donzelli I, Fucito A, Melucci MT, Saponara R, Siani C, Tortoriello R, Rinaldo M, di Giacomo R. Intracystic papillary breast carcinoma with DCIS in a man: a case report. *Transl Cancer Res* 2019;8(Suppl 5):S445-S448
8. Fayanju OM, Ritter J, Gillanders WE, Erbelein TJ, Dietz JR, Aft R, Margenthaler JA. Therapeutic management of intracystic papillary carcinoma of the breast: the roles of radiation and endocrine therapy. *Am J Surg.* 2007 Oct;194(4):497-500
9. Grabowski J, Salzstein SL, Sadler GR, Blair S. Intracystic papillary carcinoma: a review of 917 cases. *Cancer.* 2008;113(5): 916-920
10. Hariprasad S, Hariprasad P, Srinivas T. Intracystic papillary carcinoma of the breast in males: a case report and review of the literature. *J Clin Diagn Res* 2013 ; 7: 568-570
11. Harris KP, Faliakou EC, Exon DJ, Treatment and outcome of intracystic papillary carcinoma of the breast, *Br J Surg* 1999; 86: 1274
12. Ingle SB, Hinge Ingle CR, Murdeshwar HG, Adgaonkar BD. Unusual case of insitu (intracystic) papillary carcinoma of breast. *World J Clin Cases.* 2013; 16: 227- 922
13. Lam WWM, Tang APY, Tse G, and Chu WCW. Radiology-pathology conference: papillary carcinoma of the breast, *Clinical Imaging* 2005 ; vol. 29, no. 6, pp. 396–400
14. Larribe M, Thomassin-Piana J, JalaguierCoudray A, Cancers mammaires de forme ronde :corrélations imagerie-anatomopathologie, *Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle* 2014 ; Volume 95, Issue 1, Pages 40-50.
15. Levine PH, Waisman J, Yang GC. Aspiration cytology of cystic carcinoma of the breast. *Diagn Cytopathol* 2003;28: 39—44
16. Lefkowitz M, Usar CM, Lefkowitz W, Wargotz ES. Intraductal (intracystic) papillary carcinoma of the breast and its variants: A clinicopathological study of 77 cases. *Hum Pathol.* 1994; 25: 802-809
17. MacGrogan G, de Mascarel I, Soubeyran C, Barreau H, Dilhuydy C, de Lara T, Coindre B. Approche diagnostique dans les lésions papillaires du sein. *Annales de Pathologie* 2003 ;Vol 23, N° 6 pp. 601-610
18. MacGrogan G, Pièges diagnostiques en pathologie mammaire. Cas no 1. Carcinome canalaire in situ (CCIS) de bas grade nucléaire, d'architecture papillaire, micropapillaire et cribriorme, *Annales de Pathologie* 2009 ; Volume 29, Issue 3, Pages 188-193
19. Masahiro K, Satoshi H, Yoshinari M, Kazuhiro S, Naoyuki M , Tadahihiro S. Surgical treatment of intracystic carcinoma of the breast.

- World Journal of Surgical Oncology 2011 9:116 doi:10.1186/1477-7819-9-116
20. Muttarak M, Samwangprasert A, Chaiwun B . Intracystic papillary carcinoma of the breast, Biomed Imaging Interv J. 2005 Jul-Sep; 1(1): e5
 21. Salem A, Mrad K, Driss M, Hamza R, Mnif N. Intracystic papillary carcinoma of the breast.J Radiol. 2009 Apr; 90(4):515-518
 22. Solorzano CC, Middleton LP, Hunt KK, Mirza N, Meric F, Kuerer HM, Ross MI, Ames FC, Feig BW, Pollock RE, Singletary SE, Babiera G.Am J Surg. 2002 Oct;184(4):364-8. doi: 10.1016/s0002-9610(02)00941-8
 23. Sun Y and Howard-McNatt M: Intracystic papillary carcinoma of the breast in a male patient. Am Surg 2014 ; 80: 84-85
 24. Umanah IN, Okpongette AS. Intracystic papillary carcinoma of the breast in a 21-year old premenopausal Nigerian woman: a case report. Rare Tumors 2009; volume 1(2) : e50
 25. Vagholkar K, Dastoor K and Gopinathan I: Intracystic papillary carcinoma in the male breast: a rare endpoint of a wide spectrum. Case Reports in Oncological Medicine Volume 2013, Article ID 129353, 3 pages



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Déterminants de l'Utilisation de la Contraception par les Femmes en Union dans le District Sanitaire de Guédiawaye, Sénégal

Ali Zaratou

Département de Santé Publique,
Faculté des Sciences de la Santé, Université de Niamey, Niger

Diagne Khadissatou, Gynécologue obstétricienne

Hôpital Roi Baudouin de Guédiawaye, Dakar, Sénégal

Ali Hadiza, Gynécologue obstétricienne

District Sanitaire Niamey V, Niamey, Niger

Djibo Adamou Sayo, Spécialiste en Santé Publique

Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des sciences de la Santé

Abdoulaye Soumana

Epidémiologiste Programme national de lutte contre les maladies
transmissibles, Niamey, Niger

Faye Adama

Médecin spécialiste en Santé Publique. Professeur Titulaire des Universités.
Institut de Santé et développement, Université Cheick- Anta -Diop (UCAD),
Dakar, Sénégal

Nayama Madi

Gynécologue obstétricien à la Maternité Issaka Gazobi de Niamey, Niger.

Professeur Titulaire des Universités. Faculté des Sciences de la Santé.

Université Abdou Moumouni de Niamey

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p160](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p160)

Submitted: 09 June 2023

Accepted: 19 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Zaratou A., Khadissatou D., Hadiza A., Sayo D.A., Soumana A., Adama F. & Madi N. (2023). *Déterminants de l'Utilisation de la Contraception par les Femmes en Union dans le District Sanitaire de Guédiawaye, Sénégal*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 160. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p160>

Résumé

Objetif : Etudier les déterminants de l'utilisation de la contraception par les femmes en âge de procréation en union dans le district sanitaire de Guédiawaye. Méthodologie : Il s'agissait d'une étude transversale descriptive,

analytique portant sur 600 femmes en âge de procréer (15 à 49 ans) en union qui s'était déroulée du 5 au 20 Décembre 2016. Les données recueillies ont été analysées avec le logiciel Epi info L'analyse des facteurs associés à l'utilisation de la contraception a été réalisée à l'aide du test statistique de chi Carré au seuil de significativité de 5%. Résultats : L'âge moyen des enquêtées était de 32,38 ans ($\pm 6,1$) ; 39,3% avaient un niveau d'études secondaires et 67,2% exerçaient des activités génératrices de revenus. La prévalence contraceptive était 46,2% et parmi celles qui utilisaient la contraception, 35,7% étaient sous la méthode injectable. Les enquêtées appartenaient à une organisation sociale dans 61 % de cas et 56,7% de leurs conjoints approuvaient la PF. Les facteurs liés à l'utilisation de la contraception étaient : l'appartenance à une organisation sociale ($P < 0,05$), l'approbation de la planification familiale par les conjoints ($P < 0,05$) et la discussion sur la PF au sein du ménage ($p < 0,05$). Conclusion : L'implication des conjoints à travers des séances de sensibilisations et l'utilisation des méthodes de longue durée d'action (Implant, dispositif Intra Utérin) contribueraient à rendre efficace la planification familiale.

Mots-clés: Déterminants, Contraception, Femmes, en Union, Sénégal

Determinants of Contraceptive Use by Women in Union in the Guédiawaye Health District, Senegal

Ali Zaratou

Département de Santé Publique,
Faculté des Sciences de la Santé, Université de Niamey, Niger

Diagne Khadissatou, Gynécologue obstétricienne

Hôpital Roi Baudouin de Guédiawaye, Dakar, Sénégal

Ali Hadiza, Gynécologue obstétricienne

District Sanitaire Niamey V, Niamey, Niger

Djibo Adamou Sayo, Spécialiste en Santé Publique

Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des sciences de la Santé

Abdoulaye Soumana

Epidémiologiste Programme national de lutte contre les maladies
transmissibles, Niamey, Niger

Faye Adama

Médecin spécialiste en Santé Publique. Professeur Titulaire des Universités.
Institut de Santé et développement, Université Cheick- Anta -Diop (UCAD),
Dakar, Sénégal

Nayama Madi

Gynécologue obstétricien à la Maternité Issaka Gazobi de Niamey, Niger.

Professeur Titulaire des Universités. Faculté des Sciences de la Santé.

Université Abdou Moumouni de Niamey

Abstract

Objective: To study the determinants of contraceptive use by women of childbearing age in union in the Guédiawaye health district. Methodology: This was a descriptive, analytical cross-sectional study of 600 women of childbearing age (15 to 49 years old) in union which took place from December 5 to 20, 2016. The data collected was analyzed with the Epi info software. The analysis of the factors associated with the use of contraception was carried out using the statistical test of chi square at the significance level of 5%. Results: The average age of the respondents was 32.38 years (± 6.1); 39.3% had a secondary education level and 67.2% engaged in income generating activities. The contraceptive prevalence was 46.2% and among those who used contraception, 35.7% were under the injectable method. Respondents belonged to a social organization in 61% of cases and 56.7% of their spouses approved of FP. Factors related to contraceptive use were: membership in a social organization ($P < 0.05$), spousal approval of family planning ($P < 0.05$), and discussion of FP within the household ($p < 0.05$).

Conclusion: The involvement of spouses through awareness sessions and the use of long-acting methods (implant, intrauterine device) would help to make family planning effective.

Keywords: Determinants, Contraception, Women, in Union, Senegal

Introduction

Au sommet mondial de l'organisation des Nations Unies de 2010, les états membres se sont engagés à « assurer que toutes les femmes, tous les hommes et tous les jeunes disposent des renseignements nécessaires relatifs à l'information, à l'accès et au choix de toutes les options possibles en matière de méthodes de planification familiale ». C'est dans ce cadre que le Sénégal a élaboré un plan stratégique national de la planification familiale (PF) 2012 – 2015 dont l'enjeu était de repositionner la Planification Familiale comme une priorité nationale afin de réduire la mortalité maternelle, infantile et d'améliorer la santé de la mère et de l'enfant (MSAS-Sénégal, 2011). Au niveau mondial l'utilisation des contraceptifs a augmenté, passant de 54% en 1990 à 57,4% en 2014. En Asie elle a légèrement progressé passant de 60,8 à 61% et en Afrique elle est passée de 23,6% à 27,6% (OMS, 2015). Les analyses des facteurs à l'origine des diminutions récentes de la fécondité dans des pays en développement mettent en évidence l'utilisation de la contraception comme étant le facteur le plus important.

Au Sénégal, pour les femmes en union, la prévalence de la contraception est de 23 %, dont 21 % de méthodes modernes en 2015 (ANSD-Sénégal et ICF International, 2016). Les barrières socioculturelles et la rupture dans la disponibilité de produits contraceptifs ont été toujours considérées comme des obstacles majeurs à l'amélioration de l'utilisation des services de la planification familiale.

Notre étude avait pour objectif d'identifier les déterminants de l'utilisation de la contraception par les femmes en union en âge de procréer dans le district sanitaire de Guédiawaye.

Matériel et Méthode

Cadre d'étude

Le district sanitaire de Guédiawaye est situé au nord de la région de Dakar, dans la zone des Niayes. Il s'étend sur 3,90 km du nord au sud et 7,5 Km d'est en ouest, soit une superficie de 28 km². Le recensement général de la population 2013 (ANSD-Sénégal, 2014) estime la population totale du district à 360360 habitants en 2016 soit une densité moyenne de 12688 habitants au km². Ainsi, Guédiawaye est la zone la plus dense en population au plan national. C'est un district qui est essentiellement situé en zone urbaine.

Les infrastructures sanitaires sont constituées d'un centre de santé de type I sans bloc opératoire, douze postes de santé, une structure de santé militaire, dix-huit structures privées et quarante-deux officines. Le district comporte une multitude d'organisations communautaires de base évoluant dans des domaines différents (groupements de promotion féminine, mutuelles de santé, religieux, culturel...).

Type et période d'étude

L'étude était transversale descriptive à visée analytique. Elle s'était déroulée du 5 au 20 Décembre 2016.

Population d'étude

La population d'étude était constituée de toutes des femmes en âge de procréer (15-49 ans) en union au moment de l'enquête, ayant séjourné dans le district durant les six derniers mois et plus.

Échantillonnage

La taille de l'échantillon a été calculée par la formule de Schwartz. La technique de sondage aléatoire en grappe à 4 degrés a été utilisée.

✚ Calcul de la taille de l'échantillon

$n = [\varepsilon^2 * p * q] / i^2 = 272$ femmes en âge de procréer.

- n = effectif minimal attendu
- $\varepsilon = 1,96$ (écart réduit correspondant au risque d'erreur α à 5%)
- $p = 23\%$, prévalence contraceptive (ANSD-Sénégal et ICF International, 2016).
- $q = 1-p$
- $i = 0,05$ (précision souhaitée pour nos résultats)

La taille de l'échantillon est $n=272$. En prenant en compte l'effet de grappe, la taille (n) a été multipliée par 2. Ce qui donne 544. Nous avons ajusté la taille à 600 pour avoir 30 grappes de 20 femmes en âge de procréer (15-49 ans) à enquêter au niveau des ménages.

✚ Description de la technique de sondage aléatoire à 4 degrés

➤ Premier degré :

Attribution des grappes aux différentes structures sanitaires du district selon la technique de l'effectif cumulé de la population cible des femmes en âge de procréer. La base du sondage est constituée par la liste de tous les postes de santé (13) avec leur population cible des femmes (15-49 ans) respectivement.

Nous avons choisi 30 grappes par défaut. La taille de chaque grappe était égale à $n/30$ (n : le nombre de personnes à enquêter) soit $600/30 = 20$. Ainsi, chaque grappe était constituée de 20 femmes (unités statistiques) à interroger au niveau des ménages. Le pas de sondage k a été obtenu en divisant

le cumul de Femmes en âge de procréer par le nombre de grappe. Un chiffre au hasard m (306) était choisi entre 1 et k , et a servi de base à l'identification de la première grappe à partir de la liste des populations cumulées de femmes 15-49 ans du district sanitaire. Les autres grappes étaient obtenues en ajoutant chaque fois, au nombre m le pas de sondage k .

$k=N/30$ soit $82883/30=2763$. N est la population cumulée de femmes en âge de procréer (15-49 ans) du district sanitaire.

➤ Deuxième degré : choix des quartiers

La liste des quartiers abritant les structures sanitaires du district a été établie. Et, en fonction de nombre de grappe attribué aux structures de santé (selon la technique de l'effectif cumulé), le choix des quartiers a été fait par un tirage au sort en raison d'une grappe par quartier.

➤ Troisième degré : Tirage des concessions.

Pour accéder aux concessions, une fois au centre sociologique du quartier, l'enquêteur choisissait au hasard une direction à l'aide d'un stylo. Dans la direction, il commençait par la première concession de droite, sautait la deuxième concession pour rentrer dans la troisième ainsi de suite. S'il n'obtenait pas la taille de la grappe (20) dans les concessions, il tournait toujours vers la droite.

➤ Quatrième degré : Sélection des femmes dans les ménages

Au sein de toutes des concessions retenues, toutes les femmes en âge de procréation qui répondaient aux critères d'inclusion (femmes âgées de 15 – 49 ans au moment de l'enquête ayant séjourné dans le District pendant les six derniers mois et plus) étaient interrogées.

Collecte des données

Les données ont été collectées par une équipe de six enquêteurs, formés sous le contrôle de deux superviseurs à l'aide d'un questionnaire lors des entretiens individuels. Les variables mesurées étaient les caractéristiques sociodémographiques, les connaissances, les attitudes et les pratiques sur la planification familiale.

Analyse

Les données recueillies ont été saisies et traitées avec le logiciel Epi info. Pour rechercher la liaison entre notre variable dépendante qui était l'utilisation de la contraception et les variables indépendantes, le test statistique de chi carré de Pearson a été utilisé avec un seuil de significativité de 5% et un intervalle de confiance à 95%. La relation a été considérée comme significative pour $p<0,05$.

Considérations Ethiques

L'identité des personnes soumises au questionnaire était protégée par l'anonymat. La participation à l'enquête était volontaire et sans contrainte. Le choix de ne pas se soumettre au questionnaire a été respecté. La confidentialité des réponses a été assurée.

Résultats

Caractéristiques des femmes enquêtées

Au total, 600 femmes avaient été interrogées. La moyenne d'âge était de $32,38 \pm 6,1$ ans et les extrêmes étaient de 16 ans et 48 ans. La moyenne de nombre d'enfants vivants des femmes enquêtées était 2,38 et les extrêmes de 0 et 8 enfants. Parmi Les femmes interrogées, 78,2% étaient scolarisées, leur niveau d'études étaient primaires pour 49,3%, secondaires pour 39,3% et supérieurs pour 11,4%. Etaient dans le régime monogame 70,5% des enquêtées, 67,2% avaient des activités génératrices de revenus et 61% appartenaient à une organisation sociale.

Sur les 600 femmes enquêtées, 548 soit 91,3% affirmaient connaître de façon générale la Planification Familiale.

Tableau 1. Répartition des enquêtées selon les connaissances sur la PF (n=548).

| Connaissances sur la PF | Effectif n | Pourcentage % |
|---|---------------|------------------|
| Planification Familiale s'agit : | | |
| Espacement naissances | 545 | 99,5 |
| Limitation de naissances | 32 | 5,8 |
| Traitement hypofertilité | 17 | 3,1 |
| Source d'information sur PF | | |
| Télévision | 259 | 47,3 |
| Relais communautaire | 135 | 24,6 |
| Personnel santé | 128 | 23,4 |
| Radio | 19 | 3,5 |
| Journal | 1 | 0,2 |
| Autres | 6 | 1,1 |
| Avantages PF | | |
| Améliore santé mère | 457 | 90,5 |
| Améliore santé enfant | 408 | 80,8 |
| Faire des économies | 145 | 28,7 |
| Autres | 7 | 1,38 |
| Inconvénients PF | | |
| Prise de poids | 190 | 58,3 |
| Céphalées | 130 | 39,9 |
| Saignements | 86 | 26,4 |
| Stérilité | 39 | 12 |
| Autres | 12 | 3,68 |

La télévision était la source d'information sur la planification familiale dans 47,3% de cas et la prise de poids était l'inconvénient de la planification familiale dans 58,3% de cas.

Les résultats de l'étude ont montré que la méthode injectable était la plus citée, 498 cas par les femmes enquêtées qui connaissaient au moins une méthode contraceptive comme représenté dans la figure ci-après.

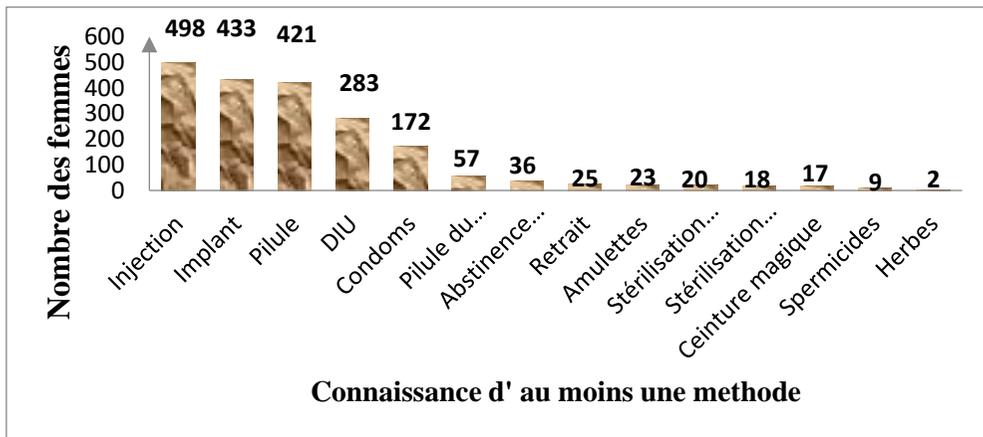


Figure 1. Répartition des femmes enquêtées selon la connaissance d'au moins une méthode contraceptive (n=517).

Attitudes des femmes enquêtées sur la planification familiale

Tableau 2.. Répartition des enquêtées selon les attitudes sur la Planification Familiale (n=600)

| Attitudes sur la Planification Familiale | Effectif n | Pourcentage % |
|--|------------|---------------|
| Approbation de la PF par les conjoints | | |
| Oui | 340 | 56,7 |
| Non | 260 | 43,3 |
| Discussion sur la PF au sein du ménage | | |
| Oui | 385 | 64,2 |
| Non | 215 | 35,8 |
| Décision de faire la PF prise au sein du ménage | | |
| Oui | 292 | 48,7 |
| Non | 308 | 51,3 |

Parmi les conjoints des femmes enquêtées 56,7% approuvaient la planification familiale et la discussion au sein du ménage sur la planification familiale était faite dans 64,2% de cas.

Pratiques des femmes enquêtées sur la planification familiale

Selon l'étude, sur les **600** femmes interrogées, **277** étaient sous méthode contraceptive au moment de l'enquête, soit une prévalence contraceptive estimée à **46,2%**.

Tableau 3. Répartition des enquêtées selon les pratiques sur la planification (n=277)

| Pratiques des femmes sur la PF | Effectif n | Pourcentage % |
|---------------------------------------|---------------|------------------|
| Méthode choisie | | |
| Injections | 99 | 35,7 |
| Pilules | 62 | 22,4 |
| DIU/stérilet | 54 | 19,5 |
| Implants | 53 | 19,1 |
| Condom | 8 | 2,9 |
| Stérilisation masculine | 1 | 0,4 |
| Raisons du choix de la méthode | | |
| Plus convainquant | 240 | 86,6 |
| Proposition du prestataire | 35 | 12,6 |
| Cout accessible | 29 | 10,5 |
| Seule méthode disponible | 2 | 0,7 |
| Avantages méthode choisie | | |
| Pas chère | 159 | 54,2 |
| Bien toléré | 138 | 49,8 |
| Facile à utiliser | 133 | 48 |
| Retour de couche | 6 | 2,2 |
| Autres | 3 | 1,08 |
| Inconvénients méthode choisie | | |
| Céphalées | 156 | 56,3 |
| Saignements | 29 | 10,5 |
| Aménorrhées | 25 | 9 |
| Contraintes d'utilisation | 16 | 5,8 |
| Autres | 16 | 5,77 |
| Décision choix méthode | | |
| Femmes enquêtées | 235 | 84,83 |
| Agent de santé | 38 | 13,7 |
| Autres | 4 | 1,4 |

La méthode injectable était utilisée dans 35,7% de cas. Les céphalées représentaient 56,3% des inconvénients parmi les méthodes. Le choix de la méthode contraceptive était fait par l'agent de santé pour 13,7% des enquêtées qui utilisaient la contraception.

Facteurs associés à l'utilisation de la contraception

Tableau IV. Liens entre les caractéristiques sociodémographiques et Utilisation de la contraception

| Utilisation de la contraception | | | | |
|--|-------------|--------------|-------|---------------------|
| Caractéristiques sociodémographiques | Oui n (%) | Non n (%) | P | Odds Ratio [IC] |
| Régime matrimonial | | | | |
| Monogame | 194 (70%) | 229 (70,9%) | 0,40 | |
| Polygame | 83 (30%) | 94 (29,1%) | | |
| Scolarisation | | | | |
| Oui | 222 (80%) | 247 (76,5 %) | 0,139 | |
| Non | 55 (20%) | 76 (23,5%) | | |
| Appartenance à une organisation sociale | | | | |
| Oui | 197 (71,1%) | 169 (52,3%) | 0,001 | 2,24 [1,59-3,15] |
| Non | 80 (28,9%) | 154 (47,7 %) | | |

Il y'avait un lien statistiquement significatif entre l'utilisation de la contraception et l'appartenance à une organisation sociale (p=0,001, OR=2,24).

Tableau 4. Liens entre Attitudes-pratiques des enquêtées et utilisation d'une méthode contraceptive

| Utilisation de la contraception | | | | |
|---|-------------|------------|-------|----------------------|
| Attitudes-pratiques des femmes enquêtées | Oui n (%) | Non n (%) | P | Odds Ratio [IC] |
| Approbation de la PF par les conjoints | | | | |
| Oui | 263(94,9%) | 77(23,8%) | 0,001 | 60 [33,08-108,85] |
| Non | 14(5,1%) | 246(76,2) | | |
| Discussion au sein du ménage sur la PF | | | | |
| Oui | 222 (80,1%) | 163(50,5%) | 0,001 | 3,96 [2,74-5,17] |
| Non | 55 (19,2%) | 160(49,5%) | | |

Il y' avait un lien statistiquement significatif entre l'utilisation de la contraception et l'approbation des conjoints des enquêtées (p=0,001, OR=60).

Discussion

Le taux de prévalence contraceptive chez les femmes enquêtées 15-49 ans en union au moment de l'enquête était de 46,2 % dans notre série. Il est inférieur à celui rapporté par l'étude du Mali, 64% (Keita et al., 2020). L'étude de Burundi en 2014 (MSP/LS-Burundi, 2014) a rapporté un taux inférieur, 31,3%. Le taux de prévalence contraceptive dans notre étude, est élevé comparé à ceux rapportés par d'autres études faites également au Sénégal : 8,9% à Bambaye (Leye et al., 2012) et 19% à Mbacké (Leye et al., 2015). Cela pourrait s'expliquer par le fait que, le district sanitaire Guédiawaye soit essentiellement urbain contrairement aux districts sanitaires de Bambaye et de Mbacké. En effet, les structures sanitaires urbaines sont mieux dotées de services de la planification familiale que celles des milieux ruraux.

L'âge moyen des interrogées était de 32,38 ans et les extrêmes 16 ans et 48 ans dans notre série. L'étude de Mbacké (Leye et al., 2015) a trouvé un résultat légèrement inférieur, l'âge moyen 30,1 ans et les extrêmes 15 ans et 45 ans. Il y'avait une proportion élevée des scolarisées dans notre série, 78,2%. La série de Mali a rapporté un résultat inférieur, 21,8% (Léon et al., 2012). Parmi les scolarisées, 39, 3% avaient un niveau d'études secondaires, notre proportion est supérieure à celle de la série de Tshumbe, en République Démocratique du Congo qui était de 35,8 % (Dikoke et al., 2021). La proportion élevée des scolarisées dans notre étude traduit l'urbanisation de la localité. Cependant, le niveau d'instruction n'a pas influencé l'utilisation d'une méthode contraceptive dans notre travail. Le régime monogame représentait 70,5%, notre proportion est inférieure à celle rapportée par l'étude du Ghana en 2014 ; 92,4% (Carie et al., 2014). Les activités génératrices de revenus étaient exercées par 67,2% des enquêtées, ce résultat est supérieur à celui rapporté par l'étude de Bambaye au Sénégal, 27% (Leye et al., 2012). Il y' avait un lien statistiquement significatif ($P < 0,05$) entre l'appartenance à une organisation sociale et l'utilisation d'une méthode contraceptive dans notre série. En effet, de séances de sensibilisation sur la planification familiale se font dans les groupements féminins. Cela favorise l'utilisation de service de la PF par les femmes qui y sont membres.

Dans notre étude 91,3% des enquêtées avaient affirmé connaître de façon générale la planification familiale et dans l'étude de Tshumbe, en République Démocratique du Congo, un niveau de connaissance d'au moins une méthode de la planification familiale, 97,9% a été rapporté (Dikoke et al., 2021). L'espacement des naissances est défini comme la PF dans 99,5% de cas dans notre série. Ce résultat est supérieur à celui trouvé au Mali, qui était de 5,5% (Léon et al., 2012). Parmi les sources d'information sur la PF, la télévision venait en tête, 47,3% dans notre travail. L'étude de Burundi a rapporté une proportion de 63,7% de personnel de santé comme source d'information en matière de planification familiale suivie de la télévision

27,5% (MSP/LS-Burundi, 2014). La source d'information sur la PF était dans 23,4% de cas le personnel de santé dans notre étude. Une proportion supérieure a été rapportée dans la série de Tshumbe, en République Démocratique du Congo, 75,6% (Dikoke et al., 2021). La méthode moderne connue la plus citée était les injections (498/517) soit 96,3% dans notre série. Une proportion inférieure est rapporté par l'étude réalisée au Burundi en 2014, qui a trouvé que dans 94,1% de cas, la méthode injectable était la plus connue par les enquêtées (MSP/LS-Burundi, 2014).

Parmi les conjoints des enquêtées, 56,7% approuvaient la PF, l'étude faite au Burundi a trouvé un résultat supérieur ; 83,61% (MSP/LS-Burundi, 2014). L'approbation de la planification familiale par les conjoints des interrogées avait favorisé la pratique contraceptive dans notre série. Le lien entre l'approbation de la PF par les conjoints des femmes enquêtées et l'utilisation d'une méthode contraceptive a été retrouvé aussi par d'autres études antérieures menées au Rwanda (Farmer et al., 2015), en Ethiopie (Belda et al., 2017) et, au Burkina Faso (Bakyono et al., 2020).

Dans notre travail, la discussion au sein du ménage sur la PF est faite dans 80,1% de cas (222 sur les 277 femmes qui étaient sous méthode contraceptive discutaient avec leurs conjoints sur la FP). Dans l'étude de Burundi, seulement 37,1% en discutaient au sein du ménage (MSP/LS-Burundi, 2014). Il y' avait un lien statistiquement significatif entre la discussion sur la Planification Familiale au sein du ménage et l'utilisation de la contraception ($P < 0,05$) dans notre série. Des résultats similaires ont été rapportés dans les séries de l'Ethiopie (Gebremarien et Addissie, 2014) et du Mali (Keita et al., 2020) qui avaient trouvé que les femmes qui discutaient avec leur conjoint avaient près de 4 fois plus de chance d'utiliser les méthodes contraceptives que celles qui n'en discutaient pas.

Conclusion

Les résultats de notre étude montrent que la prévalence contraceptive du district sanitaire de Guédiawaye est satisfaisante. Cependant, l'utilisation de méthode de longue durée d'action plus efficace en matière de planification familiale reste un défi majeur à relever. Les plus grands obstacles à la pratique contraceptive étant les craintes d'effets secondaires et les préoccupations de santé associées aux méthodes hormis, la faible scolarisation, la pauvreté et les rumeurs.

La communication entre la cliente et le prestataire, peut constituer un cadre idéal pour la sensibilisation et la transmission de bonnes informations, afin de pallier aux rumeurs qui entourent la planification familiale.

Conflits d'intérêt : Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflits d'intérêts.

References:

1. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), Sénégal et ICF International. Enquête Démographique et de Santé Continue (EDS-Continue 2015). The DHS Program, ICF International. Rockville, Maryland, USA. 2016. p.59.
2. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), Sénégal. Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage. RGPHE - 2013. Rapport Définitif. Dakar. 2014. p.418.
3. Bakyono R, Deo Gracias Tapsoba L, Lépine A, Berthé A, Ilboudo P, Diallo CO and all. Utilisation des contraceptifs par les femmes rurales mariées ou en concubinage au Burkina Faso: une analyse qualitative de l'utilisation d'un bon gratuit. *Pan African Medical Journal*, 2020, 37 (72):1-11.
4. Belda S, Haile MT, Takele Melku A, Kalu Tololu A. Modern contraceptive utilization and associated factors among married pastoralist women in Bale eco-region, Bale Zone, South East Ethiopia. *BMC Health Serv Res.*, 2017, 17(1): 194.
5. Carie M, Michelle J, Easmo O, Rodrick L. Comprendre la qualité de la relation des couples et la pratique contraceptive à Koumassi, au Ghana. *Perspectives internationales sur la Santé Sexuelle et Génésique*, numéro spécial, 2014, 24-33.
6. Dikoke Oleko Djamba A, Odungola Letshu L, Lohohola Okitawongo ND, Longe Tawonya E, Lokalokola Katako J, Athepa A and all. Utilisation des méthodes de planification familiale à Tshumbe. *MES-RIDS N°116*, Janvier-Mars 2021, 83-90. <https://www.mesrids.org>
7. Farmer DB, Berman L, Ryan G, Habumugisha L, Basinga P, Nutt C and all. Motivations and constraints to family planning: a qualitative study in Rwanda's Southern Kayonza District. *Glob Heal Sci Pract.*, 2015, 3 (2): 242-254.
8. Gebremariam A et Addissie A. Intention to use long acting and permanent contraceptive methods and factors affecting it among married women in Adigrat town, Tigray, Northern Ethiopia, *Reproductive Health*, 2014, 11: 24
9. Keita M, Fomba S, Tall S, Alou S, Diallo M, Djoukou KN. And all. L'Utilisation des Méthodes Contraceptives Modernes au Centre de Santé de Référence de la Commune VI du District de Bamako. *Health Sci. Dis.*, 2020, vol 21(10), 82-86. <https://www.hsd-fmsb.org>
10. Leon B, Roy-car H, Seydou D, Nianguiry K. Pratique contraceptive et la contribution des activités de Planification Familiale au Mali. *ETC Crystal*, Pays Bas. 2012. p.127.

11. Leye MMM, Niang K, Seck I, Camara I, Faye A, Diongue M, Diagne Camara M, Tal-Dia A. Connaissances attitudes et pratiques en matière de contraception moderne dans le district sanitaire de Bambey, Sénégal *Médecine d'Afrique Noire*, 2012, 59 (9), 430-436.
12. Leye MMM, Faye A, Diongue M, Wone I, Seck I, Ndiaye P, Tal- Dia A. Déterminants de l'utilisation de la contraception moderne dans le district sanitaire de Mbacké (Sénégal). *Sante Publique*, 2015, 27 (1), 107- 116.
13. Ministère de la Santé et de l'Action Sociale (MSAS), Sénégal Plan d'Action National de Planification Familiale 2012 – 2015. Dakar. 2011. p.76.
14. Ministère de la santé publique et de la lutte contre le sida (MSP/LS, Programme national de santé de la reproduction, Burundi. Etude sur l'ampleur et les causes d'abandon de la pratique contraceptive ainsi que les déterminants de l'utilisation des services de la planification familiale au Burundi. 2014. P.106.
15. Organisation Mondiale de la Santé-OMS. Mortalité maternelle. Genève. Aide-mémoire, 2015, N° 348. En ligne. [Consulté le 13 Juillet 2016].



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Prévalence et Facteurs de Risque Associés à la Lombalgie Commune chez le Personnel Soignant au Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville en 2021

*Angalla Affleck Romaric Ledier
Lamini N'Soundhat Norbert Edgard*

Faculté des Sciences de la Santé, Université Marien Ngouabi, Brazzaville,
Congo, Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire de
Brazzaville, Brazzaville, Congo

*Akoli Ekoya Ondzala
Nkouala-Kidéde Daphtone Chabel
Omboumahou Bakalé Francina Eddie
Salémo Anah Précieux*

Service de Rhumatologie,
Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville, Brazzaville, Congo

*Honoré Ntsiba
Richard Bileckot*

Faculté des Sciences de la Santé, Université Marien Ngouabi, Brazzaville,
Congo, Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire de
Brazzaville, Brazzaville, Congo

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p174](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p174)

Submitted: 29 January 2023
Accepted: 08 July 2023
Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Romaric Ledier A.R., Norbert Edgard L.N, Ondzala A.E., Daphtone Chabel N-K., Francina Eddie O.B., Précieux S.A., Ntsiba H. & Bileckot R. (2023). *Prévalence et Facteurs de Risque Associés à la Lombalgie Commune chez le Personnel Soignant au Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville en 2021*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 174.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p174>

Résumé

Objectif: Déterminer la prévalence et les facteurs de risque associés à la lombalgie commune chez le personnel soignant au Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville (CHU-B). Patients et méthodes: Il s'agit d'une étude transversale, descriptive et analytique menée au CHU-B, du 1er mars au 1er octobre 2021(8 mois). Elle concernait le personnel de santé en poste depuis au moins 6 mois, ayant consenti de participer à l'étude. L'instrument d'étude

était un questionnaire anonyme auto-administré et comprenant les données sociodémographiques, les caractéristiques cliniques, les facteurs de risques et thérapeutiques de la lombalgie commune. La saisie et l'analyse des données ont été effectuées par les logiciels Excel version 2010 et Sphinx version 5. Résultats: La prévalence de la lombalgie commune chez le personnel soignant était de 37,9%. Les femmes étaient prédominantes dans 75,7% de cas (n=84), avec un sex ratio de 0,3 en faveur des femmes. L'âge moyen était de 42,69±9,77 ans (extrêmes de 20 et 65 ans). Les infirmiers étaient majoritaires avec 72,1% (n=80), suivis des médecins chirurgiens (9,9%), des médecins (9%), des sages-femmes et des aides-soignants respectivement dans 8,1 et 0,9% des cas. Le principal facteur déclenchant était un effort de soulèvement (51,4%). Les principaux facteurs de risques associés à la lombalgie commune étaient le sexe féminin, la surcharge pondérale, la profession infirmière, l'ancienneté au travail, le geste et postures au travail, le sport apparaissait comme facteur protecteur. L'arrêt de travail était les principales mesures thérapeutiques professionnelles observées (44% des cas). Conclusion: La lombalgie commune est un trouble musculo-squelettique très fréquent chez les personnel soignant. Plusieurs facteurs de risque individuels et professionnels peuvent être à l'origine de la survenue et de la persistance de cette pathologie. Sa prévention repose sur une sensibilisation et une formation sur les gestes et postures.

Mots-clés: Lombalgie commune, facteurs de risque associés, personnel soignant, CHU de Brazzaville

Prevalence and Risk Factors Associated with Common Low Back Pain in Nursing Staff at the University Hospital of Brazzaville in 2021

*Angalla Affleck Romaric Ledier
Lamini N'Soundhat Norbert Edgard*

Faculté des Sciences de la Santé, Université Marien Ngouabi, Brazzaville,
Congo, Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire de
Brazzaville, Brazzaville, Congo

*Akoli Ekoya Ondzala
Nkouala-Kidéde Daphtone Chabel
Omboumahou Bakalé Francina Eddie*

Salémo Anah Précieux
Service de Rhumatologie,
Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville, Brazzaville, Congo

*Honoré Ntsiba
Richard Bileckot*

Faculté des Sciences de la Santé, Université Marien Ngouabi, Brazzaville,
Congo, Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire de
Brazzaville, Brazzaville, Congo

Abstract

Objective: Determining the prevalence and risk factors associated with common low back pain among nursing staff at the Brazzaville University Hospital Centre (CHU-B). **Patients and methods:** This was a cross-sectional, descriptive, and analytical study conducted at CHU-B from March 1 to October 1, 2021 (8 months). It concerned healthcare personnel who had been in post for at least 6 months and had consented to participate in the study. The study instrument was an anonymous self-administered questionnaire including socio-demographic data, clinical characteristics, risk, and therapeutic factors for common low back pain. Data entry and analysis were performed using Excel version 2010 and Sphinx version 5 software. **Results:** The prevalence of common low-back pain among nursing staff was 37.9%. Women predominated in 75.7% of cases (n=84), with a sex ratio of 0.3 in favor of women. The average age was 42.69±9.77 (extremes 20 and 65). Nurses were in the majority with 72.1% (n=80), followed by surgical doctors (9.9%), physicians (9%), midwives, and orderlies in 8.1 and 0.9% of cases respectively. The main trigger was lifting effort (51.4%). The main risk factors associated with common low-back pain were female gender, overweight, nursing profession, seniority at work, gestures and postures at work, with sport

appearing as a protective factor. The work stoppage was the main occupational therapeutic measure observed (44% of cases). Conclusion: Common low-back pain is a very common musculoskeletal disorder among nursing staff. Several individual and occupational risk factors may be responsible for the onset and persistence of this pathology. Prevention is based on awareness-raising and training in gestures and postures.

Keywords: Common low back pain, associated risk factors, nursing staff, Brazzaville University Hospital

Introduction

La lombalgie commune est une affection très fréquente. En effet, 80 % de la population générale active en souffre au moins temporairement (De Gaudemaris et al,1986). La lombalgie commune constitue un problème majeur de santé en milieu de travail. Elle entraîne des conséquences socioprofessionnelles importantes et implique un coût élevé pour la société par l'absentéisme et par la consommation médicale qu'elle entraîne (Bejia et al,2005). En Afrique, la lombalgie est un motif de consultation fréquent. Une méta-analyse réalisée à partir de 65 études observationnelles a estimé la prévalence annuelle de la lombalgie dans la population générale à 57% (Morris et al,2018). En milieu hospitalier, comme dans l'industrie, cette pathologie semble être fréquente et cette dernière est souvent influencée par les conditions de travail (Alcouffe et al,2001 ; Ouedraogo et al 2010 ; Kakpovi et al, 2017). La nature de l'activité professionnelle et surtout la charge physique sont mises en cause au cours de la lombalgie commune dans environ les $\frac{3}{4}$ des cas (De Gaudemaris et al ,1986). La relation lombalgie– travail n'est cependant pas toujours facile à établir, car il est souvent difficile de séparer les facteurs de risque personnels des facteurs de risque liés au travail. Le personnel soignant constitue une population à risque en raison des conditions de travail difficiles avec différentes postures adoptées, le brancardage des malades, les activités de soins, etc (Diatta et al, 2020). Au Congo, la pathologie dégénérative en Rhumatologie est dominée par la lombalgie commune. Sa fréquence hospitalière y était estimée en 2009 à 27% (Ntsiba et al,2009). Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a exploré la prévalence et les facteurs de risque de la lombalgie commune chez le personnels soignant au Congo, d'où l'intérêt de cette étude qui a pour objectif de déterminer la prévalence et les facteurs de risque associés à la lombalgie au sein du personnel soignant exerçant au CHU de Brazzaville.

Patients et méthodes

Il s'agit d'une étude transversale, descriptive et analytique à recueil de données prospectif du 01 Mars au 01 Octobre 2021 soit huit (8) mois, au

Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville (CHU-B). Ce centre est une formation sanitaire de troisième niveau de référence du système de santé en République du Congo. Il comprend vingt-huit (28) services médicaux et chirurgies. Les personnels soignants ont été répertoriés à partir d'une liste fournie par la Direction des ressources humaines du CHU-B. Après consentement éclairé, un questionnaire a été soumis à l'ensemble du personnel soignant et répondant aux critères d'inclusion portant sur:

- les données anthropométriques et sociodémographiques (sexe, âge, statut matrimonial, poids, taille, lieu de résidence, durée du trajet domicile – travail
- les données professionnelles (la catégorie professionnelle, l'ancienneté dans la structure, les horaires de travail, la durée de travail, les gestes et postures de travail, l'exercice d'autres activités professionnelles rémunérées) ;
- les données cliniques, les moyens thérapeutiques et préventifs
- les données sur le retentissement fonctionnel sont appréciées par l'Echelle d'Incapacité Fonctionnelle EIFEIL.

111 personnels soignants font l'objet de cette étude. N'ont pas été inclus dans notre étude le personnel soignant présentant une lombalgie symptomatique, absent au poste de travail pendant la période de collecte des données, le personnel administratif, du laboratoire et le personnel soignant non consentant. Toutes les données collectées ont été saisies par un ordinateur en utilisant le logiciel SPSS version 10.0. . Le test de Pearson a été utilisé pour comparer les proportions, tandis que le test de Student a été utilisé pour comparer les moyennes des différents groupes des données .Pour la recherche des facteurs de risque ou des facteurs associés à la lombalgie commune, nous avons réalisé une régression logistique multiple. Le seuil de signification de 0,05 a été choisi pour apprécier, en cas de besoin, le niveau de signification des différences dans les modifications.

Résultats

Après dépouillement des dossiers, 293 personnels soignants ont été définitivement inclus. Parmi les quels, 111(37,9%) personnels soignants lombalgiques (figure1).

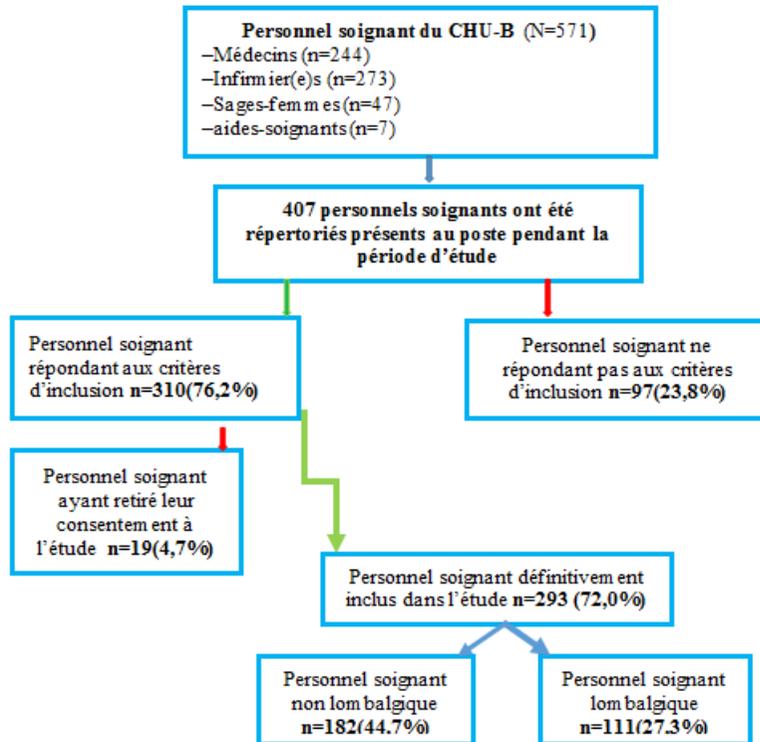


Figure 1. Diagramme de sélection de la population d'étude

Données épidémiologiques, sociodémographiques et professionnelles

Il s'agissait de 84 (75,3%) femmes et 27 (24,3%) hommes, soit un sex-ratio de 0,32. L'âge moyen du personnel soignant présentant la lombalgie commune était de $42,69 \pm 9,77$ ans avec des extrêmes de 20 et 65 ans. Elle prédominait dans la tranche d'âge des 30-49 ans dans 63,9% des cas (n=71). La majorité du personnel soignant avait un niveau socioéconomique moyen (82,9%), élevé (13,5%), bas (2,7%) et très élevé (0,9%). Le niveau d'instruction était secondaire dans 72% des cas suivi de supérieur et primaire respectivement dans 26 et 2% des cas.

La catégorie professionnelle la plus touchée par la lombalgie commune était la profession infirmière dans 72,1% des cas (n=80), suivie des chirurgiens et les aides-soignants dans 9,9% des cas, les médecins et les sages-femmes respectivement dans 9 et 8,1% des cas. Selon le statut matrimonial, la majorité de personnel soignant était célibataires dans 45,5% des cas (n=55) suivis des mariés dans 33,3% des cas. Ils habitaient tous Brazzaville la capitale politique qui abrite le CHU-B.

Données cliniques

La multiparité était l'antécédent personnel le plus fréquemment retrouvé dans 38,1% des cas (n=32), suivi de la lombalgie antérieure dans 13,5% des cas (n=15) et la polygamie dans 6,30% des cas (n=7). 91(82%) de personnels soignants ne pratiquaient pas du sport. Les règles d'hygiène du dos étaient méconnues chez 86 cas (77,5%) et seul 25(22,5%) de personnels soignants ne connaissaient pas les règles d'hygiène de la colonne vertébrale.

La lombalgie se manifestait dans 96,4% de cas par une douleur lombaire de rythme mécanique fixe ou médiane sans irradiation. Elle pouvait s'accompagner d'une irradiation dans les membres pelviens dans 3,6% des cas. L'intensité de la douleur était classée modérée dans 93,7% des cas. Le mode de début de la lombalgie était provoqué dans 69,4% des cas (n=77), brutal dans 27,0% des cas (n=30), spontané dans 2,7% des cas (n=3), et progressif dans 0,9% (n=1). La douleur lombaire survenait dans la majorité des cas sur le lieu de travail dans 65,8% des cas (n=73). Le facteur déclenchant le plus retrouvé était un faux mouvement lors du passage brutal d'une position à une autre dans 51,4%(n=57), suivi du port des charges lourdes dans 28,8%(n=32). La durée moyenne d'évolution de la lombalgie commune était de 51±62 mois avec des extrêmes d'un et 154 mois. Il s'agissait d'une évolution chronique dans 93,7% des cas (n=104), évoluant sur un mode aigue dans 6,3% des cas (n=7). 41,4 % de personnels soignants étaient en surcharge pondérale, 36% des cas obèses et 22,5% (n=25) avaient un indice de masse corporelle normal. L'indice de masse corporelle moyen était de 27.1±3.28 Kg/m² avec des extrêmes de 19.6 et 36.7 Kg/m².

Le retentissement fonctionnel de la lombalgie commune évalué par le score d'EIFEL était léger dans 46% des cas, modéré dans 41% des cas et sévère dans 13% des cas.

Facteurs de risque associés à la lombalgie commune

Les facteurs retrouvés associés à la lombalgie se répartissaient en facteurs individuels et professionnels.

Les facteurs de risque individuel associés à la survenue de la lombalgie commune étaient le sexe féminin, le surpoids et la tranche d'âge de 30 à 40 ans (tableau Ia) et les facteurs de risque professionnel significativement associés à la survenue de la lombalgie commune étaient la profession infirmière, l'ancienneté au travail, les gestes et posture de travail (tableau Ib).

Tableau Ia. Facteurs de risque individuels associés à la lombalgie commune

| Variables | LOMBALGIE | | OR [IC-95%] | P-value |
|-------------------|------------------------|------------|------------------|------------------|
| | Non (n=182) (n=111) | Oui | | |
| Age Moy±sd | 40,9±6,79 | 42,7±9,77 | 1,03 [1,00;1,06] | 0,007 |
|] 20-29] | 7(3,85%) | (9,01%) | Ref. | Ref. |
| [30-39] | 73 (40,1%) | 34 (30,6%) | 0,33 [0,11;0,93] | 0,04 |
| [40-49] | 80(44,0%) | 37 (33,3%) | 0,32 [0,11;0,92] | 0,037 |
| [50-59] | 22(12,1%) | 26 (23,4%) | 0,83 [0.27;2.54] | 0,753 |
| ≥60ans | 0(0,00%) | | [.;.] | |
| Sexe | | | | |
| Féminin | 96(52,7%) | 84(75,7%) | 1.36 [0.21;2,60] | <0.001 |
| Masculin | 86(47,3%) | 27(24,3%) | Ref. | Ref. |

Tableau Ib. Facteurs de risque individuels associés à la lombalgie commune

| Variables | LOMBALGIE | | OR [IC 95%] | p-value |
|------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|
| | Non N=182 | Oui N=111 | | |
| ALCOOL: | | | | |
| Non | 103 (56.6%) | 65 (58.6%) | Ref. | Ref. |
| Oui | 79 (43.4%) | 46 (41.4%) | 0.92 [0.57;1.49] | 0.744 |
| TABAC: | | | | |
| Non | 176 (96.7%) | 109 (98.2%) | Ref. | Ref. |
| Oui | 6 (3.30%) | 2 (1.80%) | 0.54 [0.11;2.71] | 0.485 |
| HYGIENE_DU_DOS: | | | | |
| Non | 126 (69.2%) | 86 (77.5%) | Ref. | Ref. |
| Oui | 56 (30.8%) | 25 (22.5%) | 0.65 [0.38;1.13] | 0.127 |
| SPORT_PRTIQUE: | | | | |
| Non | 81 (44.5%) | 91 (82.0%) | Ref. | Ref. |
| Oui | 101 (55.5%) | 20 (18.0%) | 0.18 [0.10;0.31] | <0.001 |
| IMC2: | | | | |
| [18-24,9] | 49 (26.9%) | 25 (22.5%) | Ref. | Ref. |
| [25-29,9] | 96 (52.7%) | 46 (41.4%) | 0.94 [0.52;1.70] | 0.835 |
| 30 et Plus | 37 (20.3%) | 40 (36.0%) | 2.12 [1.10;4.09] | 0.026 |

IMC* : indice de masse corporel

Conséquences thérapeutiques de la lombalgie commune

Le taux des personnels soignants lombalgiques qui ont eu recours aux soins médicaux étaient 91% des cas, les infiltrations épidurales de corticostéroïdes étaient pratiquées dans cinq cas, le traitement physique associait la kinésithérapie fonctionnelle dans 69,0% des cas, le port de la ceinture lombaire de maintien dans 28,2% des cas et la physiothérapie à visée

antalgique dans 2,8% des cas. L'hospitalisation était nécessaire dans deux cas pour la hernie discale réfractaire aux traitements médicaux et opérée.

Concernant les conséquences professionnelles, la lombalgie avait entraîné un arrêt de travail dans 44,1% des cas avec une durée moyenne de 11+17 jours avec des extrêmes de 1 et 120 jours, un aménagement de poste de travail chez 5 personnels soignants et un changement de poste de travail dans 2 cas.

Tableau II. Facteurs de risque professionnels associés à la lombalgie commune

| Variables | LOMBALGIE | | OR [IC 95%] | p-value |
|--|--------------|--------------|--------------------|---------|
| | Non N=182 | Oui N=111 | | |
| PROFESSION | | | | |
| Aide soignant | 0 (0,00%) | 1 (0,90%) | Ref. | 0,169 |
| chirurgien | 29 (15,9%) | 11 (9,91%) | 2,05 [0,78; 5,39.] | 0,57 |
| infirmière | 83 (45,6%) | 80 (72,1%) | 5,20 [2,48; 10,9.] | <0,001 |
| médecin | 54 (29,7%) | 10 (9,01%) | Ref. | Ref. |
| Sages-Femmes | 16 (8,79%) | 9 (8,11%) | 3;04 [1,05; 8,76.] | 0,047 |
| ANCIENNETE_EN_ANNEE, Moy±sd | 6,99±3.90 | 11,4±9.72 | 1.10 [1,06;1,15] | <0,001 |
| ANCIENNETE_EN_ANNEE2: | | | | |
| 16 ans et plus | 6 (3,30%) | 29 (26,1%) | 9,15 [3,40;24,6] | <0,001 |
| 5 à 15 ans | 123 (67,6%) | 54 (48,6%) | 0,83 [0,48;1,45] | <0,518 |
| Inf 5 ans | 53 (29,1%) | 28 (25,2%) | Ref. | Ref. |
| LES GESTES ET POSTURES DE TRAVAIL | | | | |
| assise | 76 (41,8%) | 8 (7,21%) | Ref. | Ref. |
| debout | 3 (1,65%) | 63 (56,8%) | 200 [50,8;784] | 0,000 |
| penché en avant | 103 (56,6%) | 40 (36,0%) | 3,69 [1,63;8,33] | 0,001 |

Discussion :

Limite de l'étude

Notre enquête étant transversale, il n'était pas possible d'estimer la séquence temporelle (c'est-à-dire savoir si l'exposition étudiée a précédé la maladie ou vice versa). De ce fait, l'étude n'a pas permis une estimation directe du risque. Les groupes des personnels administratifs et du laboratoire n'a pas été inclus dans l'enquête. En effet, nous nous sommes contentés de la liste fournie par la direction de ressources humaine, dans laquelle ses derniers ne figuraient pas. La faible taille de notre population d'étude réduit de toute évidence la puissance des observations. Notre étude a également admis un biais d'auto-sélection car la participation à l'étude reposait sur le volontariat. Une bonne partie du personnel soignant s'est montrée réticente lorsque le travail leur était expliqué tandis que d'autres ont retiré leur consentement après

l'avoir donné au préalable. Cependant ces biais ne sauraient modifier fondamentalement le sens de nos résultats.

Aspects épidémiologiques

1. Fréquence

La prévalence de la lombalgie commune dans notre étude était 37,9%, taux inférieurs à ceux obtenus par (Bejia et al, 2005) avec 50,1% et (Ouédraogo et al, 2010) avec 56,4%. Cette différence s'expliquerait par la diversité des activités de soins menées, la disponibilité du personnel soignant en nombre suffisant, le type de management et d'organisation du travail, l'éducation et la formation des agents sur les gestes et postures et l'existence d'un service de médecine du travail (Diatta et al, 2020). La prévalence annuelle chez les personnels hospitaliers varie de 6 à 62,4 % (Burgmeier et al, 1987). En effet, (De Gaudemaris et al, 1986) ont trouvé une prévalence annuelle de la lombalgie commune de 62,4% chez les aides-soignantes. Alors que (Diatta et al, 2020) ont rapporté à partir d'une enquête transversale auprès de 5491 agents hospitaliers au CHU de Strasbourg une prévalence annuelle de la lombalgie de 6% seulement. En 1995, (Smedley et al, 1995) après une étude concernant 2405 personnels infirmiers, a trouvé une prévalence annuelle de 45 %. En 2000, (Ando et al, 2000) ont révélé dans une population de 314 personnels hospitaliers au Japon, une prévalence annuelle de la lombalgie de 54,7 %. Cette divergence des taux de prévalence rapportée dans la littérature s'expliquerait par la grande hétérogénéité méthodologique utilisée pour l'évaluation de la lombalgie commune. Tenant compte de cela elle apparaît comme un véritable problème en milieu professionnel.

Facteurs de risque individuels potentiellement associés à la lombalgie commune

Plusieurs facteurs de risque individuels sont potentiellement associés à la lombalgie commune. L'âge a été considéré comme facteur par plusieurs auteurs (Burgmeier et al, 1987). Outre la présence de phénomènes dégénératifs et la diminution des résistances au travail dynamique associés à l'âge, il a été identifié comme un facteur de risque dans les travaux de (Ouédraogo et al, 2010 ; Kakpovi et al, 2017). Dans notre travail, l'âge était significativement lié à la lombalgie commune ($p < 0,001$), les soignants adultes-jeunes âgés de 30 à 49ans avaient plus de risque de développer une lombalgie que ceux âgés de moins de 30ans et de plus de 50ans en conformité avec les données de la littérature. Cela pourrait s'expliquer par le fait que cette prédominance chez le personnel adulte-jeune serait tributaire de la représentativité de cette tranche d'âge parmi la population active, mais également de leur ardeur au travail et leur générosité dans l'effort ; ce qui contraste avec les facteurs de risque présents chez les personnels âgés, à savoir l'apparition des phénomènes

dégénératives et la diminution progressive de la résistance au travail avec l'âge. Mais cette diminution chez les personnes âgées pourrait s'expliquer par le fait qu'il n'y ait pas suffisamment de personnes étudiées en regard des sujets jeunes et/ou par le fait que les personnes d'un certain âge se ménagent beaucoup plus que les jeunes.

Dans notre étude, le sexe féminin a été associé à la lombalgie ($p < 0.001$) conformément aux données de la littérature (Burgmeier et al, 1987; Ando et al, 2000); il en est de même de la surcharge pondérale. En effet de nombreuses études ont prouvé l'existence d'une relation entre l'augmentation de l'indice de masse corporelle et l'incidence de la lombalgie commune. Ainsi, le surpoids et l'obésité ont été associés à la lombalgie commune ($p < 0.001$). Par ailleurs, au sein de notre effectif, les lombalgiques avaient une tendance au surpoids (41,4%) et à l'obésité (36%). Le tabac est reconnu comme significativement associé à la lombalgie (Frank et al, 1993; Thomas et al, 1998). Dans notre étude, le tabac n'a pas été associé à la lombalgie ($p > 0,05$); ceci pourrait s'expliquer par la très faible prévalence des fumeurs en milieu hospitalier (1,80%).

L'absence de toute activité sportive a été significativement associée à la lombalgie ($p < 0.001$) dans notre enquête, ce qui concorde avec les données de la littérature, car le rôle pathogène du sport est controversé (Demblans-Dechans et al, 1988). Cela pourrait s'expliquer par le fait que la pratique du sport permettra une amélioration des contractures para-vertébrales (Demblans-Dechans et al, 1988). La nature de l'activité sportive, son caractère traumatisant pour le rachis lombaire (flexions répétées) devraient être étudiés afin de préciser le sport le plus bénéfique pour le personnel soignant. Dans notre étude la pratique du sport était un facteur protecteur. C'est aussi le cas dans les données de la littérature (Demblans-Dechans et al, 1988). Dans notre travail, les mesures de prévention primaire et secondaire était quasi-inexistantes puisque 77,5% des soignants lombalgiques ignoraient les règles d'hygiène de la colonne vertébrale pourtant cette dernière n'est pas statistiquement significative ($p = 0,163$). Nos données sont discordances avec celles de la littérature où la connaissance des règles d'hygiène de la colonne vertébrale était un facteur protecteur, c'est le cas dans la littérature internationale (Tosunoz et al, 2017), à condition que les soignants mettent en pratique des bons comportements (Mwilila et al en 2019). Cette différence pourrait s'expliquer dans notre cas, par le fait que nous avons noté un nombre important 69,2% des soignants non lombalgiques qui ignoraient également les règles d'hygiène de la colonne vertébrale.

Facteurs professionnels potentiellement associés à la lombalgie commune

Des facteurs professionnels peuvent également influencer la fréquence de la lombalgie. La catégorie professionnelle est diversement associée à la

lombalgie (Bejia et al,2005 ; Doualla et al,2013 ; Bordes et al,1996) nous avons trouvé une association statistiquement significative ($p<0.001$) entre la profession infirmière et la lombalgie ; mais cette prédominance parmi les infirmiers est liée aux contraintes posturales, aux mouvements répétitifs et au travail posté qui régissent l'organisation du travail d'infirmier. Nos données d'étude, concordent avec celles de la littérature (Awosan et al, 2017; Kerr et al,2001) qui ont rapporté des résultats similaires liés aux conditions de travail difficiles comme les postures inconfortables et autres. En effet, notre étude a trouvé une association statistiquement significative ($p<0.001$) entre la posture au travail et la prévalence de la lombalgie. Les postures contraignantes en particulier la position debout prolongée et penchée en avant sont fréquemment rapportées dans la littérature, comme associées au mal du dos (Bordes et al, 1996). L'absence de corrélation entre la lombalgie et la posture assise prolongée pourrait s'expliquer par l'exclusion du personnel administratif dans notre étude et le personnel de laboratoire. L'ancienneté dans l'exercice professionnel a été retrouvé comme un facteur de risque ($p<0.001$) ; (Troussier et al,1993) ont trouvé que 37,9% des agents lombalgiques avaient une ancienneté de plus de 15 ans. En effet 48,6% des lombalgiques, dans notre série, avaient entre 5 et 15ans d'exercice professionnel et 26,1% avaient plus de 15ans d'ancienneté.

Conclusion

La lombalgie est une affection très fréquente en milieu de soins du fait des contraintes posturales lors des activités de soins. Notre étude menée en milieu hospitalier a observé une prévalence importante avec 37,9%. Les facteurs de risque individuel associés à la survenue de la lombalgie commune étaient le sexe féminin, le surpoids et la tranche d'âge de 30 à40 ans et les facteurs de risque professionnel significativement associé étaient la profession infirmière, l'ancienneté au travail, les gestes et posture de travail. Sa prévention passe par la prise en compte de la lombalgie commune dans la politique de prévention des risques professionnels au sein des structures de santé, la mise en place de services de médecine du travail, la réalisation périodique de la cartographie des risques professionnels, l'effectivité des visites médicales réglementaires et la participation de tous les partenaires aux activités d'information, d'éducation, ainsi que de sensibilisation.

Remerciements

Nous remercions notre institution, le Centre Hospitalier Universitaire de Brazzaville, qui a permis à ce que cette étude soit réalisée, toute l'équipe du service de Rhumatologie et les patients qui ont accepté de participer à cette étude.

Conflits d'intérêts: Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

References:

1. De Gaudemaris R, Blatier JF, Quinton B, Piazza E, Gallin-Martel C, et al.(1986). Analyse du risque lombalgique en milieu professionnel. *Rev Epidémiol Santé Publique* ;34:308–17.
2. Bejia I, Younes M, Hadj Belgacem J, Khalfallah T, Ben Salem K et al.(2005). Prévalence et facteurs associés à la lombalgie commune chez le personnel hospitalier. *Rev Rhum*;72 : 427–432.
3. Morris LD, Daniels KJ, Ganguli B, Louw QA.(2018). An update on the prevalence of low back pain in Africa: a systematic review and meta-analyses. *BMC Musculoskelet Disord*;19(1):196.
4. Alcouffe, J., Fabin, C., Manillier, P., Pignerol, S., Vedrenne, F., et Monteleon, P.Y. (2001). Les lombalgies chez les femmes travaillant en milieu de soins. *Arch. Mal. Prof.*, 62 (1): 11-21.
5. Ouedraogo, D.D., Ouedraogo, V., Ouedraogo, L.T., Kinda, M., Tieno, H., et Zoungranna, E.I. (2010). Prévalence et facteur de risque associé à la lombalgie chez le personnel hospitalier à Ouagadougou. *Med Trop* ;70: 277-805.
6. Kakpovi, K. Gblomatsi, A.S., Fianyo, E. Koffi-Tessio, V.E.S., Houzou, P., Tagbor K.C. Atassime, S., Oniankitan, O., et Mijiyawa, M. (2017). Prévalence et facteurs de risque associés à la lombalgie chez le personnel hospitalier à Lomé. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*; 19(1) : 281-290.
7. Diatta A E R, Cisse M, Ndiaye M.(2020). Prevalence et facteurs de risque de la lombalgie commune parmi le personnel soignant senegalais en 2018. *RAMReS2S* ;2(2) :67-72.
8. Ntsiba H, Bileckot R, Makosso E. (2009). Lombalgie commune : à propos de 200 cas observés dans le service de rhumatologie au CHU de Brazzaville. *Med Afr Noir*; 56(4): 227-30.
9. Burgmeier AC, Blindauer B, Lehmann R. (1987). Incidence, Prévalence et facteurs de risque de lombalgies hospitalières. *Med Trav*; 134:28-34.
10. Smedley J. Egger P, Cooper C. et Coggon D. (1995). Activités de manutention manuelle et risque de lombalgie. *Med Trav et Env* ; 52(34):160-3.
11. Ando S, Ono Y, Simaoka M, Hiruto S, Hattori Y, Hori F et al.(2000). Association of self estimated work loads with musculoskelatal symptoms among hospital nurses. *Occup Environ Med*; 57 :211-6.

12. Frank A, Townsend J.(1993). Low back pain. Smoking linked to back pain. *BMJ*; 306 : 126-8.
13. Thomas E, Blotman F. (1998). Tabagisme et lombalgies. *Rev Rhum* ; 65 : 63S-67S.
14. Demblans-Dechans B, Ayrolles C, Clement JL, Lassoued S, Fournié B, Fournié A.(1988). Biomécanique lombaire et sport : l'isthomyse de L5. *Rev Rhum* ; 55 : 405-10.
15. Tosunoz, I.K., et Oztunc, G.(2017). Low Back Pain in Nurses. *Int J Caring Sci*;10 : 1728-32.
16. Mwilila, M.C. (2019). Work-related low back pain among clinical nurses in Tanzania [Mémoire en ligne]. University of the Western Cape. Department of Physiotherapy, Faculty of Community and Health Sciences, University of the Western Cape. Consulté le 30 septembre. <https://core.ac.uk/download/pdf/58913540.pdf> .
17. Bejia I, Younes M, Jamila HB, Khalfallah T, Ben Salem K, Touzi M et al.(2005) Prevalence and factors associated to low back pain among hospital staff. *Joint Bone Spine*; 72 : 254-9.
18. Doualla M, Luma NH, Yone EP, A. Balkissou A, Tchaleu NB, Motah M, Ngandeu SM.(2013). Présentation clinique et radiologique de la lombalgie chronique en consultation hospitalière à Douala au Cameroun. *Medicine*; (5): 83 – 8.
19. Bordes G, Oliva M, Fortin P.(1996). Le mal de dos : enquête sur les douleurs du dos et le travail assis. *Arch Mal Prof et de médecine du travail*; 57 : 64-6.
20. Awosan K.J, Yikawe SS, Oche O.M, Oboirien M. (2017). Prevalence, perception and correlates of low pain among healthcare works in tertiary health institutions in Sokoto. *Med J*; 51(4) : 164-74.
21. Kerr MS, Frank JW, Shannon HS.(2001). Biomechanical and psychosocial risk factors for low back pain at work. *Am J Public Health*; 91:1069-75.
22. Troussier B, Lamalle Y, Charruel C, Rachidi Y, Jiguet M, Vidal F et al.(1993). Incidences socio-économiques et facteurs pronostiques des lombalgies par accident du travail chez le personnel hospitalier du CHU de Grenoble. *Rev Rhum et des maladies ostéoarticulaires*; 60 : 144-51.

Étude Longitudinale de la Santé Mentale chez les Etudiants Primo-inscrits de l'Université de Sfax

Azi Kammoun Safia

Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis. Psychologue
clinicienne en chef, Cheffe de service de l'aide psychologique auprès des
étudiants, Office des Œuvres Universitaires Sfax, Tunisie
ECOTIDI – UR16ES10 - Education, Cognition, Tice et Didactique

Naceur Abdelmajid

Professeur, Université virtuelle de Tunis, Tunisie
ECOTIDI – UR16ES10 - Education, Cognition, Tice et Didactique

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p188](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p188)

Submitted: 14 November 2022

Accepted: 04 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Azi Kammoun S. & Naceur A. (2023). *Étude Longitudinale de la Santé Mentale chez les Etudiants Primo-inscrits de l'Université de Sfax*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 188. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p188>

Résumé

Intérêt et objectif de l'étude : Notre étude vise à évaluer la santé psychologique chez les étudiants primo-inscrits de l'université de Sfax. Nous voulons identifier certains facteurs psychosociaux qui peuvent impacter leur santé. Méthodes : Il s'agit d'une étude longitudinale qui s'est déroulée sur deux temps. Notre échantillon est composé de 344 étudiants primo-inscrits dans des filières scientifiques et littéraires. Ils ont été sollicités au début et à la fin de l'année universitaire 2017-2018. Seulement 252 étudiants ont participé à la deuxième phase de la recherche. Des échelles ont été traduites en arabe pour répondre aux objectifs de la recherche. Résultats : Les données indiquent que 42.7% des étudiants interrogés présentent des signes de détresse psychologique. Nos résultats révèlent que plusieurs facteurs sont associés à cette détresse d'une manière statistiquement significative, à savoir la satisfaction des conditions socio-économiques, le choix de la filière (subi ou choisi), la satisfaction du soutien social et des conditions de l'hébergement au campus universitaire. Certains facteurs transactionnels sont corrélés d'une manière significative à notre variable dépendante la santé psychologique, à savoir le stress perçu et les stratégies d'ajustement ainsi que certains facteurs

dispositionnels comme l'estime de soi, le névrosisme et l'espoir. L'analyse de régression multiple indique que l'estime de soi et le névrosisme expliquent, respectivement à 31% et à 7%, la variance santé psychologique. Les résultats de l'étude longitudinale montrent l'amélioration générale de l'état de santé des étudiants interrogés lors du deuxième moment de l'étude avec un impact statistiquement significatif des facteurs de l'estime de soi et du coping centré sur la résolution des problèmes et l'espoir Conclusion : Un travail d'accompagnement psychologique est nécessaire pour les étudiants vulnérables. Des actions de promotion de la santé mentale en milieu universitaire sont fortement conseillées.

Mots-clés: Espoir – Estime de soi – Névrosisme – Santé psychologique – Stratégies d'ajustement – Stress perçu

Longitudinal Study of Mental Health among First-time Students at the University of Sfax

Azi Kammoun Safia

Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis. Psychologue clinicienne en chef, Cheffe de service de l'aide psychologique auprès des étudiants, Office des Œuvres Universitaires Sfax, Tunisie
ECOTIDI – UR16ES10 - Education, Cognition, Tice et Didactique

Naceur Abdelmajid

Professeur, Université virtuelle de Tunis, Tunisie
ECOTIDI – UR16ES10 - Education, Cognition, Tice et Didactique

Abstract

Interest and objective of the study: Our study aims to assess the psychological health of new students enrolled at the University of Sfax and to identify certain psychosocial factors that can impact their health. Methods: A longitudinal study was carried out over two parts. A total of 344 first-registered students enrolled in science and literature courses were contacted at the beginning and end of the 2017-2018 academic year. Only 252 of these students took part in the study's second part. Scales were translated into Arabic to meet the research objectives. Results: According to the data, 42.7% of the students assessed exhibit symptoms of psychological discomfort. Our results revealed that several factors were significantly associated with this distress. These variables included the satisfaction of socio-economic conditions, the choice of the sector (submitted or deliberate), the satisfaction of social support, and the conditions of the school and the accommodation at the university

campus. Some relational factors, such as perceived stress and coping mechanisms, as well as some personality traits like self-esteem, neuroticism, and hope, are substantially connected with our dependent variable "psychological health". According to a multiple regression analysis, neuroticism and self-esteem account for 31% and 7%, respectively, of the variance in psychological health. Additionally, the state of health of the students questioned during the second moment was generally improved involving the factors of self-esteem and coping centered on the resolution of problems and hope. Conclusion: Psychological support, using protective factors, plays an important role in preventing the transition from distress to psychiatric disorders.

Keywords: Hope – Self-esteem – Neuroticism – mental health – Coping strategies – Perceived stress

Introduction

La santé mentale des étudiants est une thématique complexe et d'actualité. Les statistiques rapportent des chiffres préoccupants et alarmants (Boujut et al., 2007 ; Bruchon-Schweitzer, 2002 ; Doron, Stephan, Maiano, & Le Scanff, 2011 ; Faurie et al., 2015 ; Grebot, 2005 ; Hermetet et al., 2019 ; Maamri et al., 2022 ; Masé & Verliac, 2013 ; Saleh, 2017 ; Shankland, 2022 ; Strenna et al., 2014 ; Verger et al., 2000 ; Veron et al., 2020). Le mal-être psychologique des étudiants est reconnu dans la littérature scientifique avec des répercussions néfastes sur leur santé mentale et rendement académique. Les étudiants sont confrontés à de nombreux changements, d'ordre personnel, académique et financier. Le contexte universitaire est souvent stressant. Il véhicule son lot de changements et de responsabilités qui expose certains étudiants à une fragilité psychologique. Il s'agit d'une étape où les compétences personnelles sont mises à l'épreuve, où l'étudiant est appelé à accomplir des résultats, prouver son efficacité. Le succès est valorisé socialement mais exige de grands efforts pour le concrétiser (Doron., et al, 2013). De surcroît, les étudiants sont fragilisés par leur âge transitoire. En effet, ils appartiennent à une tranche d'âge à risque en termes de santé mentale (Marcelli & Braconnier, 2013). Des affections psychiatriques peuvent apparaître comme la dépression et les troubles anxieux. Les étudiants sont des jeunes adultes. Ils ont des questionnements identitaires et ont des préoccupations concernant leurs projets de vie et au sens attribué aux études. Toutes ces inquiétudes contribuent à rendre le contexte universitaire angoissant et stressant.

Problématique de la recherche

Dernière étape transitoire avant l'entrée dans la vie active, mais aussi période de changements et de ruptures, l'entrée dans l'enseignement supérieur est perçue comme une source de stress et de tension. Dans un contexte universitaire instable et déstabilisant, nous nous interrogeons sur la santé mentale des étudiants et sur la prévalence de la détresse psychologique en milieu universitaire ainsi qu'aux facteurs associés à cette détresse. Les étudiants font face à plusieurs changements et ruptures avec l'accès aux études universitaires : éloignement du réseau social habituel, nouvelles méthodes d'apprentissage, stress des examens, problèmes de concentration, baisse de motivation, peur de l'échec, anxiété, déprime ou des difficultés relationnelles (ruptures sentimentales et relationnelles), doute quant à un avenir professionnel incertain. L'apparition d'une détresse psychologique peut avoir des conséquences négatives sur leur santé mentale et performances académiques. Notre objectif est d'évaluer la santé psychologique chez les étudiants primo-inscrits de l'université de Sfax au cours d'une année universitaire et sur deux temps et déterminer les facteurs psychosociaux qui peuvent l'impacter. Nous avons choisi d'évaluer la santé psychologique chez les étudiants tunisiens en lien avec le stress et les stratégies d'ajustement (facteurs transactionnels), l'estime de soi, le névrosisme et l'espoir (facteurs dispositionnels). Dans ce qui suit quelques études en lien avec les facteurs psychosociaux que nous voulons explorer.

1. Recension des écrits

Le modèle de la psychologie de la santé vise à comprendre les facteurs pouvant favoriser la santé ou à l'inverse entraver l'ajustement des individus à la maladie (Bruchon-Schweitzer, & Bourgeois, 2009). Ce modèle, interpelle, au-delà du rôle des variables contextuelles et des variables dispositionnelles (personnalité, estime de soi, etc.), les processus transactionnels pour expliquer les différences interindividuelles dans la santé mentale et la réussite académique chez les étudiants (Boujut, Koleck, Bruchon-Schweitzer, & Bourgeois, 2009 ; Faurie et al., 2016 ; Spitz, Costantini, & Baumann, 2007 ; Strenna, 2014). L'approche transactionnelle atteste que les stratégies comportementales, sociocognitives et émotionnelles déployées par les individus dans un contexte problématique, ont un impact significatif sur les comportements adaptatifs, sur le bien-être psychologique et la qualité de vie. Dans notre étude et en se référant au modèle de la psychologie de la santé, nous avons fait le choix d'aborder l'impact de certaines variables dispositionnelles et transactionnelles sur la santé mentale des étudiants. En effet, l'estime de soi le névrosisme, l'espoir comme facteurs dispositionnels, le stress perçu, les stratégies d'ajustement comme facteurs transactionnels. Les liens entre les différents concepts que nous allons présenter : stress, stratégies

d'ajustement, névrosisme, estime de soi, espoir sont bien étudiés dans la littérature internationale et sont identifiés comme des facteurs de risque et/ou de protection.

1.1 La santé mentale chez les étudiants :

Le mal-être psychologique des étudiants est souvent signalé dans de nombreuses enquêtes menées par les professionnels de santé (Masmoudi et al., 2014 ; Charfi et al., 2015 ; Nakhli et al., 2016; Rejeb et al., 2016 ; Kacem et al., 2017; Barrimi et al., 2019, Maamri et al., 2022). L'étude réalisée par Veron et son équipe (2020) montre que parmi les 1324 étudiants ayant participé à l'étude, 20,99 % présentaient un état de détresse psychologique, 5,1 % un état dépressif majeur et 5,14 % un risque dépressif actuel alors que seuls 2,7 % avaient recours à des soins psychologiques. Morvan & Frajerman (2021) précisent que les étudiants constituent une population à risque dans la mesure où les trois quarts des premiers épisodes psychiatriques émergent avant l'âge de 24 ans et qu'à 18 ans 15 % de la population aurait déjà présenté au moins un trouble. Le suicide représentait en 2016 la deuxième cause de mort en France chez les 15–24 ans, après les accidents de la route. Dans l'étude de Hermetet et al., (2019), qui porte sur la prévalence et les marqueurs de risque d'anxiété et de dépression chez les étudiants en santé, les chercheurs ont indiqué que parmi les 1596 étudiants, la prévalence de l'anxiété était de 44% dans l'ensemble de l'échantillon pour la filière de médecine, 40% des répondants s'estimait en mauvaise santé psychique et près de 15% des étudiants en médecine présentaient des idées suicidaires depuis la rentrée universitaire. Par ailleurs, l'étude de Strenna (2009) réalisée sur 90 étudiants inscrits dans de grandes écoles, indique que les résultats obtenus au GHQ-28 révèlent que 60% des étudiants questionnés présentaient une détresse psychologique avec un (seuil > 5). L'étude de Lafay et al. (2003), réalisée sur 1521 étudiants français, atteste que 30.8% des interrogés ont souffert de symptômes dépressifs et 5.9% ont vécu un épisode dépressif majeur. Ces chiffres alarmants confirment la présence d'une détresse psychologique chez les étudiants. Un accompagnement psychologique s'avère nécessaire pour les étudiants fragiles.

1.2. Le stress et les stratégies d'adaptation

Les liens entre le stress et la santé mentale ont fait l'objet d'un grand nombre de recherche. Plusieurs études associent un niveau élevé de stress à une mauvaise santé perçue. Selon l'étude (Spitz et al. 2007) la symptomatologie du stress s'exprime par une dégradation de la santé somatique et indiquent que 40% des étudiants souffrent de maux de dos, 45% de céphalée et 77% se sentent fatigués depuis le début de la rentrée universitaire et semblent utiliser des stratégies de coping dysfonctionnelles.

L'étude réalisée par Réveillère, Nandrino, Saily, Mercier et Moreel (2001) révèle que les facteurs de stress qui perturbent les étudiants sont attachés à des tracasseries spécifiques au monde étudiant, comme la peur de ne pas réussir dans les études, le manque d'indépendance matérielle, financière et la peur du chômage.

1.3. Le névrosisme

Plusieurs chercheurs s'accordent à dire qu'un degré élevé de névrosisme est lié à une détérioration de la santé mentale. Boujut et al., (2012) mentionnent que les problèmes de santé mentale sont en augmentation en population étudiante et le névrosisme prédispose ces jeunes adultes à être plus particulièrement sensibles aux stressés mineurs et l'apparition de détresse psychologique. L'étude (Vinciguerra et al, 2019) qui porte sur les étudiants à risque de décrochage universitaire, selon le profil de personnalité : Resilients, Overcontrollers et Undercontrollers dévoilent que les étudiants qui ont des scores élevés de névrosisme souffrent d'une plus grande souffrance psychique, un vécu de décrochage plus important et une autonomie plus faible. Plusieurs études confirment que les personnes ayant un niveau de névrosisme élevé perçoivent les situations plus stressantes que celles ayant un niveau de névrosisme faible. Le névrosisme est un trait de personnalité qui se démarque par une tendance à percevoir son environnement comme menaçant et pénible. De plus, ce trait de personnalité est lié à l'anxiété, à la dépression et à l'épuisement professionnel (Strenna, 2014 ; Vinciguerra et al., 2019 ; Watson et al.2008).

1.4. L'estime de soi

Dans la littérature scientifique plusieurs études ont indiqué des associations fortes entre un niveau élevé d'estime de soi et une bonne santé mentale et physique. L'estime de soi est défini selon (Rosenberg, 1979) par le sentiment plus au moins favorable que chaque individu ressent à l'égard de lui-même, la considération et le respect qu'il se porte. André & Lelord (2002) précisent qu'une forte estime permet d'agir efficacement, améliore le bien-être, protège contre les aléas de la vie. Mais quand elle est faible, elle produit des difficultés et des souffrances qui perturbent l'équilibre mental. Ainsi, une estime de soi faible est associée à un stress et à une détresse psychologique plus élevés (Abouserie, 1994 ; Aspinwall & Taylor, 1992 ; Aspinwall & Taylor, 1997).

Dans l'étude réalisée par Faurie et son équipe (2016), les résultats montrent que la prise en charge psychologique et un travail d'accompagnement sur l'estime de soi et sur les sentiments d'auto-efficacité sont plus que nécessaires. L'étude présentée fournit des résultats quant au rôle modérateur des évaluations de soi (estime de soi, sentiment d'auto-efficacité)

dans la régulation du stress perçu. Le stress perçu peut affecter l'estime de soi, mais celle-ci peut aussi, dans d'autres situations, devenir une ressource qui renforce les capacités de réussite.

L'étude longitudinale de Boujut et al. (2009) sur un échantillon de 556 étudiants de première année universitaire dévoile que 27 % des étudiants souffre d'une dépression légère et 18 % à une dépression modérée ou sévère, un stress académique qui s'aggrave en période d'examen, apparaît comme un processus transactionnel dysfonctionnel, avec utilisation de stratégies de coping de type émotionnel-évitant et une faible estime de soi semble un facteur de vulnérabilité significatif chez les étudiants.

1.5. L'espoir

De plus en plus de travaux s'intéressent à l'espoir comme ressource psychologique positive qui protège contre les épreuves traumatisantes de la vie. Les recherches sur l'espoir ont connu un engouement croissant cette dernière décennie. Snyder et son équipe ont développé une théorie cognitive de l'espoir. Ils décrivent l'espoir comme un ensemble de pensées orientées vers un futur positif. Selon cette théorie, l'espoir est soutenu par des capacités qui reposent sur une facette motivationnelle et une facette opératoire. La première facette renvoie à la confiance en soi et la volonté nécessaire aux individus pour atteindre leurs objectifs (Snyder et al., 2000). La seconde correspond aux stratégies élaborées pour atteindre leurs objectifs (Snyder et al., 2000). Robieux et al. (2018) précisent que le concept d'espoir a été beaucoup investigué dans le domaine de la santé. Ils ont montré que l'espoir est associé positivement au bien-être psychologique et à la santé physique et mentale (Snyder et al., 2000 ; Cheavens et al., 2006). La possession d'un haut niveau d'espoir permet de déployer des stratégies focalisées sur la résolution des problèmes qui visent à diminuer le stress en se concentrant sur la situation aversive pour la prévenir ou la contrôler, les plans d'actions sont à mettre en place pour résoudre ou améliorer la situation problématique. Ce type de stratégie est associé à la dimension opératoire de la théorie de l'espoir développée par Snyder. La recherche d'information est un exemple de stratégies efficaces pour améliorer la compréhension et le sentiment de contrôle de la situation (Robieux et al., 2018).

2. Méthodologie de l'étude :

2.1. Intérêt et objectif de l'étude est d'évaluer la santé psychologique chez les étudiants Sfaxiens inscrits en première année et d'identifier certains facteurs psychosociaux qui peuvent impacter leur santé.

2.2. Population : Les étudiants impliqués dans cette étude appartiennent à la catégorie d'âge de 18-20 primo-inscrits, non redoublants et inscrits dans des filières scientifiques et littéraires à Sfax (Faculté des lettres et des Sciences

Humaines, Faculté des sciences). Un échantillon de 344 étudiants a été amené à répondre aux différents questionnaires au début d'année universitaire 2017-2018, au T1, c'est-à-dire au mois d'octobre 2017 et au T2, c'est-à-dire au mois d'avril 2018 où nous avons recontacté notre échantillon pour une deuxième évaluation. Notre échantillon final est composé de 252 étudiants répondants au T2.

2.3. Procédure : Conformément à l'objectif de l'étude, nous avons utilisé un devis longitudinal. Le recueil de données s'est fait à deux moments de l'année universitaire. Le lancement de la recherche est réalisé au mois d'octobre 2017 et au mois d'avril 2018. Nous avons rencontré les étudiants dans les résidences universitaires. Nous les avons sollicités pour participer à notre étude avec la condition de les revoir dans un deuxième temps au mois d'avril 2018. Les étudiants ont été sollicités pour répondre à un questionnaire papier crayon d'une durée de trente minutes environ. La participation s'est faite sur une base volontaire, et nous avons confirmé aux étudiants que les données de l'étude seront strictement confidentielles.

3. Outils de mesure de l'étude

3.1. Questionnaire socio-biographique : Il s'agit principalement d'un questionnaire sur les conditions de vie des étudiants. Avec des informations liées à leur âge, sexe, situation socio-économique (choix de la filière, avis et satisfaction sur la formation et satisfaction par rapport aux attentes et à l'organisation de la faculté). Organisation matérielle des études (satisfaction par rapport aux conditions de vie, aux ressources financières, au transport, aux activités sportives, etc.). Univers amical et familial (relation avec la famille, avec les amis, etc.)

3.2. Évaluation de la santé psychologique : La santé psychologique est évaluée avec le questionnaire de santé générale GHQ12 qui est un questionnaire d'auto-évaluation, élaboré pour déceler les troubles psychiques mineurs. Nous avons utilisé la version abrégée qui comporte 12 items qui concernent des sentiments de tension, de dépression, d'incapacité à y faire face, d'anxiété et de manque de confiance en soi. Pour chacun des 12 items, l'étudiant est invité à exprimer ce qu'il ressent au cours des dernières semaines. Cette échelle a été validée par (Bettschart et al. 1991).

3.3. Évaluation de la dépression : La dépression est évaluée avec le questionnaire abrégé de la dépression BDI-S (Beck Dépression Inventory). Cette échelle est utilisée pour les études épidémiologiques et pour les dépistages. Elle comprend 13 items en lien avec les sentiments de tristesse, de découragement, d'échec, de satisfaction, de culpabilité, de déception et d'idées suicidaires.

3.4.Évaluation de l'estime de soi : L'estime de soi est évaluée avec l'échelle d'estime de soi de Rosenberg (1965), traduite par Chambon (1992) elle est composée de 10 items qui mesurent l'estime de soi globale. Les réponses sont renseignées à l'aide d'une échelle de type Likert à 4 modalités allant de 1, « tout à fait en désaccord », à 4, « tout à fait d'accord ».L'échelle de Rosenberg est l'échelle la plus largement utilisée en raison de ses bonnes propriétés psychométriques. Les coefficients alpha de Cronbach pour les scores basés sur les 10 items vont de 0,80 à 0,90 selon les études (Heatheron & Wyland, 2003).

3.5 Évaluation du névrosisme : Le névrosisme est évalué avec le questionnaire du névrosisme du NEOPI-R (Costa Mc Crae, 1985), qui est composé de 6 sous-échelles. Cette échelle permet non seulement d'obtenir un score global de névrosisme, mais aussi des scores pour chacune de ses six facettes : l'anxiété, la dépression, la colère/hostilité, l'impulsivité, la timidité sociale et la vulnérabilité au stress. La validité de l'échelle a été établie dans divers contextes (Boujut et al., 2009).

3.6 Évaluation du stress et les stratégies de coping :

3.6.1. Les processus transactionnels (stress perçu) : Le stress est évalué avec le questionnaire de stress perçu, spécifique aux étudiants primo-inscrits (Boujut et al., 2007) contient 25 items. Chaque item représente une source de stress. Les dysfonctionnements de la faculté (comme la mauvaise organisation de la faculté ou le manque d'attention des professeurs). Le stress académique (concernant la nouvelle méthode de travail et la quantité de travail). Les difficultés relationnelles avec les proches (tels que les problèmes avec les proches, problème d'ordre sentimental) ainsi que la solitude et l'isolement (révélant le sentiment de solitude et le fait de ne connaître personne).

3.6.2. Les stratégies d'ajustement : Les stratégies d'ajustements sont évaluées avec le questionnaire WCC (*Ways of Coping Checklist*) a été créé par Folkman et Lazarus (1980). Cet outil a été conçu selon une approche transactionnelle du coping. La validation française, que nous avons utilisée, a été établie à partir de la version révisée de Vitaliano et al. (1985).

3.7 : Évaluation de l'espoir : L'espoir est évalué avec l'échelle d'espoir (Snyder et al., 1991). Cette échelle est composée de 12 items, 4 items pour le facteur lié à la volonté à atteindre des buts, 4 items pour celui lié à la confiance en la capacité à trouver les moyens de les atteindre et les 4 items derniers sont des leurres. Les réponses sont apportées sur une échelle de 1 (complètement faux) à 8 (tout à fait vrai). Le score total d'un individu varie entre 8 et 64. Plus le score est élevé, plus le niveau d'espoir –trait d'un individu est élevé. Cette

échelle a fait l'objet d'études de validation et ses qualités psychométriques s'avèrent satisfaisantes (Snyder et al., 1991).

Stratégie d'analyse

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS version 20. Les résultats descriptifs sont présentés sous forme de pourcentages pour les variables qualitatives ; sous forme de moyenne accompagnée de leur écart-type (*ET*) et de la médiane (*M*) pour les variables quantitatives. Les moyennes entre deux groupes ont été comparées par le test *t* de Student et entre trois groupes par une analyse de variance, pour explorer les relations existantes nous avons procédé à une analyse des corrélations bivariées pour toutes les variables étudiées. Afin de répondre à notre objectif qui visait à identifier les facteurs prédictifs associés à la détresse psychologique, une analyse de régression pas à pas a été réalisée. Le seuil de significativité a été fixé à 5 %.

4. Présentation des résultats

4.1. Évaluation de la santé psychologique chez notre échantillon.

Tout d'abord, l'objectif de notre étude était d'évaluer la santé psychologique chez les étudiants primo-inscrits de l'université de Sfax. Notre recherche révèle que la prévalence de la détresse psychologique dans notre échantillon s'élève à 42.7%. En plus, nous avons constaté que les étudiantes ont une moyenne au GHQ-12, plus élevée que leurs homologues étudiants sauf que cette différence de moyenne n'est pas significative (voir tableau 1).

Figure 1. Évaluation de la santé psychologique suivant le score obtenu au questionnaire de santé mentale (GHQ-12) selon la cotation bimodale avec comme critère un score seuil supérieur ou égal à 4

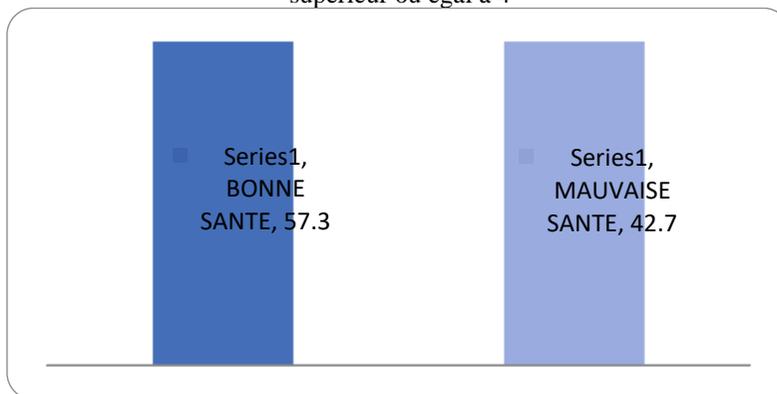


Tableau 1. Comparaison des moyennes selon la variable « sexe » et les résultats du questionnaire de santé mentale (GHQ-12)

| Échelle | <i>M</i> (filles) N=181 | <i>ET</i> (filles) <i>n</i> | <i>M</i> (Garçons) N=163 | <i>ET</i> (Garçons) | <i>t</i> | <i>P</i> |
|---------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------|----------|
| GHQ12 | 4.51 | 3.82 | 4.20 | 3.77 | - .745 | NS |

4.2 Analyse des données sociodémographiques :

Nous avons réalisé une analyse descriptive sur les variables qualitatives, c'est-à-dire sociodémographiques (données collectées par notre questionnaire socio-biographique qui précise l'âge, le sexe, le type du bac, l'octroi ou non d'une bourse, etc.). Notre échantillon est composé de 344 étudiants (sexe féminin : 52.6% dont n=181 ; sexe masculin : 47.4% dont n=163) avec un âge moyen de 19.4 âge minimum de 18 ans et âge maximum de 20 ans et un écart type de .56

| Variable | Pourcentage % N=344 | M | MIN | MAX | ET |
|----------|------------------------|-------|-----|-----|-----|
| Age | | 19.40 | 18 | 20 | .56 |
| Filles | 52.6% N=181 | | | | |
| Garçons | 47.4% N=163 | | | | |

4.3. Analyse des différences de moyennes

Une analyse des différences de moyennes entre certaines variables sociodémographiques et les résultats obtenus au GHQ12 ont été effectuées par le test *t* de Student et le test de l'Anova. Nous avons retenu un seuil de significativité inférieur à .05.

Nos résultats révèlent des différences statistiquement significatives entre certaines variables sociodémographiques et les résultats au GHQ-12. Les variables indépendantes qui ont une influence sur le phénomène à expliquer sont la satisfaction du niveau socio-économique des parents, la satisfaction du soutien social, la satisfaction des conditions d'hébergement et le choix de la filière. Pour les deux variables « sexe » et « filière poursuivie » (scientifique ou littéraires), une différence des moyennes a été notée sans que cette différence soit statistiquement significative.

Les conditions socio-économiques : Voir tableau 2

Tableau 2. Comparaison des moyennes selon la variable « satisfaction des conditions socio-économiques » et les résultats du questionnaire de santé mentale (GHQ-12)

| Échelle | M | M | M | F | P |
|---------|--|---|--|-------|------|
| | Groupe des étudiants qui ont des conditions Défavorables N=39 | Groupe des étudiants qui ont des conditions Modestes N=265 | Groupe des étudiants qui ont des conditions Favorables N=40 | | |
| GHQ 12 | 5.36 | 3.39 | 3.30 | 2,888 | ,050 |

Le soutien social : voir tableau 3

Tableau 3. Comparaison des moyennes selon la variable soutien social et les résultats du questionnaire de santé mentale (GHQ-12)

| Échelle | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>t</i> | <i>P</i> |
|--|----------|-----------|---|-----------|----------|----------|
| Groupe des étudiants Insatisfait du soutien social N=40 | | | Groupe des étudiants Satisfait du soutien social N=304 | | | |
| GHQ12 | 6.95 | 3.61 | 4.01 | 3.69 | 4.797 | .000 |

Satisfaction des conditions d'hébergements (voir tableau 4)

Tableau 4. Comparaison des moyennes selon variable satisfaction des conditions d'hébergement et les résultats du questionnaire de santé mentale (GHQ-12)

| Échelle | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>t</i> | <i>F</i> | <i>P</i> |
|--|----------|-----------|---|-----------|----------|----------|----------|
| Groupe des étudiants Insatisfait N=93 | | | Groupe des étudiants Moyennement satisfait N=240 | | | | |
| GHQ-12 | 6.41 | | 4.30 | | 1.38 | 8,643 | ,000 |

Choix de la filière :

Tableau 5. Comparaison des moyennes selon la variable « choix de la filière » et les résultats du questionnaire de santé mentale (GHQ-12)

| Échelle | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>t</i> | <i>P</i> |
|--|----------|-----------|--|-----------|----------|----------|
| (Groupe qui a Subi l'orientation) N=102 | | | (Groupe qui a Choisi l'orientation) N=242 | | | |
| GHQ12 | 6.03 | 4.02 | 3.71 | 3.50 | 5.322 | .000 |

Filière poursuivie : Littéraire ou scientifique

Tableau 6. Comparaison des moyennes selon la variable « filière poursuivie » (scientifique ou littéraire) et les résultats du questionnaire de santé mentale (GHQ-12)

| Échelle | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>t</i> | <i>P</i> |
|---|----------|-----------|---|-----------|----------|----------|
| Groupe des Étudiants dans filières scientifiques N=231 | | | Groupe des Étudiants dans les filières littéraires N=113 | | | |
| GHQ12 | 4.59 | 3.95 | 3.90 | 3.43 | -1.57 | NS |

4.4- Analyse corrélacionnelle

Une exploration des relations entre nos variables a été effectuée par une analyse corrélacionnelle à l'aide du test de Pearson. Le test de corrélacion nous a permis de mesurer la force d'une liaison ou le degré de relation qui existe entre deux séries de données. Pour les résultats, nous avons retenu un seuil de significativité inférieur à 0.05. Les analyses des corrélacions effectuées avec le test de Pearson montrent des résultats significatifs et modérés entres les différentes variables transactionnelles et dis positionnelles, avec les résultats au GHQ-12 : espoir = -.490, stress perçu = .456, névrosisme = .560, l'estime de soi = -.564 et coing centré sur le problème = -.478.

Tableau 7. Étude longitudinale : analyse des corrélacions

| | 1 | Espoir | Estim e de soi | Dépressio n | Névrosism e | Stress perçu | Copin g |
|-------------------------|-----------|------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|
| .Santé psychologique | 1.00 0 | - .490* | - .564** | .722** | .560** | .456* * | - .478** |

* p < .05 ; ** p < .01

4.5. Analyse de régression : La technique de l'analyse de régression multiple pas à pas a été choisie pour révéler les effets respectifs de certaines variables indépendantes sur notre variable dépendante, en l'occurrence la santé psychologique. En effet, il s'agit d'identifier le poids des facteurs qui peuvent expliquer la situation de détresse vécue par les étudiants. Une comparaison des moyennes a été réalisée avec le test t de Student pour un échantillon apparié pour voir s'il y a une différence significative entre T1 et T2 et nous avons retenu un seuil de significativité inférieur à 0.05.

L'analyse de régression de T1 indique que le poids des variables « estime de soi » et « névrosisme » est considérable. Les deux variables sont considérées comme des facteurs prédicteurs de la détresse psychologique chez les étudiants.

Par ailleurs, l'analyse de régression de T2 révèle que les variables « coping centré sur le problème » et « l'estime de soi » ont un impact important sur l'explication de notre variable dépendante « la santé psychologique ».

Tableau 8. Analyse de régression multiple pas à pas des résultats du premier temps de la recherche

| Modèle | R | R ² | R ² ajusté | Erreur standard de l'estimation | Variation de R ² | Variation de F | Signification de F | DUBIN WATSON |
|--------|-------------------|----------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|
| 1 | ,564 ^a | ,318 | ,316 | 3,183 | ,318 | 114,390 | .000 | |
| 2 | ,625 ^b | ,391 | ,386 | 3,015 | ,073 | 29,048 | .000 | |
| 3 | ,657 ^c | ,432 | ,425 | 2,918 | ,041 | 17,514 | .000 | |
| 4 | ,679 ^d | ,461 | ,452 | 2,848 | ,029 | 13,035 | .000 | |
| 5 | ,687 ^e | ,472 | ,461 | 2,825 | ,011 | 4,966 | .027 | |
| 6 | ,696 ^f | ,484 | ,471 | 2,798 | ,012 | 5,751 | .017 | 1,811 |

- a. Prédicteurs : constante estime de soi.
- b. Prédicteurs : constante estime de soi, névrosisme.
- c. Prédicteurs : constante estime de soi, névrosisme, coping centré sur le problème.
- d. Prédicteurs : constante estime de soi, névrosisme, coping centré sur le problème, stress perçu.
- e. Prédicteurs : constante estime de soi, névrosisme, coping centré sur le problème, stress perçu, condition d'hébergement.
- f. Prédicteurs : constante estime de soi, névrosisme, coping centré sur le problème, stress perçu, condition d'hébergement, choix de la filière.
- g. Variable dépendante : GHQ-12

Les résultats de l'analyse de régression, exposés dans le tableau 8, indiquent que l'estime de soi explique 31% de la variance des résultats au GHQ-12 et le névrosisme 7% pour un total de 38%. Nous pouvons tirer la conclusion suivante concluons : l'estime de soi est une variable qui a une influence sur la détresse psychologique des étudiants tunisiens. Par ailleurs, le tableau indique que les variables « l'estime de soi, névrosisme, coping centré sur le problème, stress perçu, condition d'hébergement et le choix de la filière » expliquent 48% de la variance des résultats au GHQ-12.

Tableau 9. Analyse de régression des résultats T2

| Modèle | R | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard De l'estimation | Changement dans les statistiques | | | Dubin Watson |
|--------|-------------------|--------|---------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------|---------------------|--------------|
| | | | | | Variation de R-deux | Variation de F | Sig. Variation de F | |
| 1 | ,445 ^a | ,198 | ,195 | 2.71 | ,198 | 62,85 | ,000 | 1.900 |
| 2 | ,520 ^b | ,270 | ,264 | 2.59 | ,072 | 25.10 | ,000 | |

- a. Valeurs prédites : (constantes), COP2 centré problème
- b. Valeurs prédites : (constantes), COP2 centré problème, Estime de soi 2
- c. Variable dépendante : GHQ-12, temps2

Ce modèle récapitulatif explique une proportion significative de la variance de la variable santé psychologique. Nous passons de $R^2 = 0.198$ à $R^2 = 0.270$ ainsi cette variation de 0.07 est significative. Nous constatons que chaque étape contribue donc significativement à l'amélioration de l'explication de la variabilité de la variable dépendante «santé psychologique ». Nous comprenons par conséquent, que le coping centré sur « la résolution des problèmes » et « l'estime de soi » expliquent 26% de la variance des résultats au GHQ12

Le test t de Student pour échantillon apparié indique qu'il y a une différence statistique significative entre les résultats du premier temps de l'étude et les résultats du deuxième temps, avec une amélioration de l'état de santé psychologique des étudiants et une amélioration des scores à l'échelle de santé psychologique, de l'estime de soi, à l'échelle de coping et à échelle de l'espoir.

Tableau 10. Comparaison de moyennes avec t de Student pour échantillon apparié (comparaison entre T1 et T2)

| | <i>M t1 - M t2</i> | <i>M</i> | <i>ET</i> | <i>t</i> | <i>P</i> |
|---|--------------------|----------|-----------|----------|----------|
| Paire 1 : GHQ1 - GHQ2 | 4.21 - 3.44 | .770 | 4.85 | 2.54 | .012 |
| Paire 2 : Espoir1- espoir2 | 23.84 - 35.86 | -12.02 | 5.46 | -3..52 | .000 |
| Paire 3 : Estime1-estime 2 | 30.54 - 31.49 | - .942 | 5.58 | -2.70 | .007 |
| Paire4 : COP1 centré problème - COP2 centré problème | 28.35 - 30.92 | -2.570 | 7.862 | -5.25 | .000 |
| Paire5 : COP1 centré émotion -COP2 centré émotion | | -.078 | 8.92 | -.140 | .898 |
| Paire6 : COP1 centré sur social - COP2 centré sur social | | -.942 | .7.10 | -2.130 | 0.34 |

Pour la variable « santé psychologique », la lecture du tableau 10 : indique que notre échantillon a obtenu une moyenne de 4.21 aux GHQ-12 au T 1 puis une moyenne de 3.44 au T2. Nous concluons que cette baisse de moyenne est significative et implique que l'état de santé psychologique s'est amélioré.

6. Discussion des résultats

Notre objectif de recherche est d'évaluer la santé psychologique chez les étudiants primo-inscrits et les facteurs psychosociaux qui peuvent l'impacter. Nos résultats indiquent que 57.3% se déclarent en bonne santé psychologique et 42.7% des étudiants primo-inscrits sont en détresse psychologique. Ces résultats corroborent avec certains résultats recensés dans la littérature scientifique. L'étude de Spitz et al. (2009) montre que, sur une population de 927 étudiants de première année, 40% des étudiants se sentaient nerveux et inquiets, 20% d'entre eux estimaient que leur moral allait moins bien depuis qu'ils étaient à l'université et 15% avaient déjà pensé à l'idée de se suicider. L'étude réalisée par Maamri et al. (2022) portant sur 118 étudiants de la Faculté de médecine à Sfax et dont l'âge moyen est de 21,7 ans ± 1,6 montre que 51,7 % des interrogés ont affirmé qu'ils étaient moyennement satisfaits de leurs vies. 28,8 % ont eu des idées suicidaires et (5,9 %) ont fait une tentative de suicide. Parmi les participants, 69,5 % présentaient une détresse psychologique, (57,6 %) ont un niveau certain d'anxiété, 44,1 % ont un niveau certain de dépression et enfin 56,8 % ont un faible à très faible niveau d'estime de soi

En outre, nous avons noté que la qualité des relations avec les parents, le soutien familial ou amical, à des effets positifs sur la santé psychologique. Nos résultats ont confirmé un lien statiquement significatif entre le soutien social, qu'il soit familial ou amical, et la situation de bien-être ou mal-être

psychologique chez les étudiants. Ces résultats rejoignent ceux retrouvés dans la littérature. Divers modèles prédictifs montrent que le soutien social et/ou familial a une influence directe sur le stress académique et sur les symptômes physiques chez les étudiants (Boujut, 2007, 2009, 2012 ; Spitz et al., 2007 ; Strenna et al., 2014). Dans notre étude nous avons noté qu'il y avait une corrélation positive modérée et significative entre un niveau élevé de stress perçu et un niveau élevé de détresse psychologique. Nos résultats rejoignent les données de la littérature scientifique. Dugué et al. (2018) ont mené une étude auprès de 519 étudiants français issus de disciplines différentes : psychologie, santé et éducation physique. Les régressions linéaires multiples montrent que plusieurs variables indépendantes qui sont corrélées de manière significative avec la variable dépendante « stress perçu ». À titre d'exemple, pour la santé perçue, on a $r = 0.432$ et pour le névrosisme $r = 0.415$. Pour le stress perçu, les chercheurs indiquent qu'il s'explique avec 4,6% par le trait de personnalité (le névrosisme). Une corrélation négative est observée entre le coping actif et le stress perçu.

La population étudiante doit faire face à de nombreux changements. Cela a des répercussions sur leurs ajustements et leurs santé physiques et mentales (Boujut et al., 2007 ; Bruchon-Schweitzer, 2002 ; Grebot et al., 2005 ; Masé & Verliac, 2013 ; Strenna et al., 2014). Les étudiants les plus stressés sont ceux qui utilisent le moins de stratégies de coping centrées sur la résolution des problèmes et de plus en plus de stratégies centrées sur l'émotion (Grebot & Barumandzadeh, 2005). L'adoption d'un coping centré sur l'émotion a un effet défavorable sur la santé mentale (Boujut, 2009 ; Strenna et al., 2009)

D'après notre étude, l'analyse des corrélations nous dévoile que diverses variables dispositionnelles ont une influence significative sur la santé mentale des étudiants. En effet, l'estime de soi et l'espoir ont un effet bénéfique significatif sur l'ajustement des étudiants de première année, bien qu'au contraire le névrosisme qui est considéré comme facteur de vulnérabilité sur la santé mentale. Sur le plan du fonctionnement psychologique, l'estime de soi, les stratégies de coping et le soutien social perçu jouent un rôle adaptatif dans l'équilibre et l'épanouissement psychologique (Dorard et al., 2013). Cependant, une estime de soi faible est associée à un stress et à une détresse psychologique plus élevés (Abouerie, 1994 ; Aspinwall et Taylor, 1992, 1997 ; Strenna et al., 2009). Parmi les facteurs de personnalité, certains sont considérés comme pathogènes comme par exemple le névrosisme, qui est associé au risque de développer certaines maladies. Le névrosisme est une caractéristique dispositionnelle, généralement décrite comme une tendance générale à ressentir des émotions désagréables qui ont un impact sur les perceptions et les états émotionnels de l'individu (Vinciguerra et al., 2019)

Notre étude révèle que l'état de santé psychologique des étudiants qui ont été questionnés au deuxième temps de la recherche s'est améliorée. Les résultats indiquent qu'une différence statistiquement significative entre les résultats aux échelles suivants : échelle de santé psychologique (GHQ-12), échelle d'espoir, échelle d'estime de soi, échelle des stratégies d'ajustements entre T1 et les résultats avec les mêmes outils au T2. Dans l'étude française réalisée par Strenna (2014) qui porte sur les tracas quotidiens chez les étudiants des grandes écoles, plusieurs éléments intéressants ont été révélés. Plus précisément, les résultats de l'analyse des régressions montrent que « l'estime de soi » explique 21% de la variance des résultats au GHQ-12 et le névrosisme seulement 7% avec un total de 28%. Ce qui indique que l'estime de soi a une influence sur la détresse psychologique chez les étudiants. Les analyses de corrélations montrent qu'il existe une corrélation positive significative entre les résultats au GHQ-12 et le stress qui est estimée à $.583^{**}$, une corrélation négative et significative entre les résultats du GHQ-12 et l'estime de soi est estimée à $-.396^{**}$ et enfin une corrélation négative et significative entre les résultats au GHQ12 et la variable coping de contrôle. Cette stratégie consiste à affronter le problème pour le résoudre est estimée à $-.209^*$.

Conclusion

Notre étude a permis de dévoiler que l'état de santé psychologique des étudiants primo-inscrits est préoccupant et questionnant. Dans notre échantillon, 42.7% d'étudiants sont en situation de détresse psychologique. Les scores élevés de névrosisme et le niveau faible d'estime de soi peuvent constituer un terrain de vulnérabilité permettant de développer des troubles anxieux ou dépressifs. Toutefois, des scores élevés d'espoir, d'estime de soi et un coping centré sur la résolution des problèmes constituent plutôt un terrain favorable de protection pour préserver sa santé psychologique. Toutes ces données sont pertinentes et complexes et nous incitent à réfléchir sur notre pratique. Il nous semble crucial d'apporter un accompagnement psychologique personnalisé aux étudiants vulnérables et particulièrement ceux inscrits en première année. Des efforts importants doivent être réalisés en matière d'éducation et de promotion de la santé en milieu universitaire pour diminuer les risques du stress chronique et des émotions négatives « névrosisme » pour éviter de basculer dans des pathologies psychiatriques. Des ateliers de gestion de stress, de connaissance de soi et de régulation émotionnelle s'avèrent plus que nécessaires pour une stratégie préventive en amont et qui s'adressent à tous les étudiants inscrits à l'université pour une meilleure adaptation à la vie universitaire et prévenir les phénomènes d'échec et d'abandon en premier cycle universitaire.

Conflits d'intérêts: Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêt en relation avec cet article.

References:

1. Aissa, S. K., Latiri, H. S., Rejeb, M. B., Chebil, D., & Dhidah, L. (2014). Comportements tabagiques chez les étudiants infirmiers de Sousse, Tunisie: étude préliminaire. *Revue des Maladies Respiratoires*, 31(3), 248-254
2. Alaphilippe, D. (2008). Évolution de l'estime de soi chez l'adulte âgé. *Psychologie & Neuro-Psychiatrie du vieillissement*, 6(3), 167-176.
3. André, C., & Lelord, F. (2002). *L'estime de soi: s'aimer pour mieux vivre avec les autres*. Paris: Odile Jacob.
4. Arnett, J., (2000). Emerging Adulthood : a theory of development from the late teen through the twenties. *American Psychologist*, 5, 469-480
5. Barrimi, M., Maazouzi, M., Malakt, S., Lazaar, S., & Khaoulani, H. (2019). Les idées et les tentatives de suicide chez les étudiants en médecine au Maroc: résultats d'une étude multicentrique. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*.
6. Berrewaerts, J., & Desseilles, M. (2015). État des lieux du stress et de la dépression chez les étudiants de 1^{ère} et 2^{ème} année de médecine. *Acta Psychiatrica Belgica*, 115(2).
7. Bolognini, M., & Prêteur, Y. (2008). *Estime de soi. Perspectives développementales*. Lausanne: Delachaux et Niestlé
8. Bonnaud-Antignac, A., Tessier, P., Quere, M., Guihard, É., Hardouin, J. B., Nazih-Sanderson, F., & Alliot-Licht, B. (2015). Stress, qualité de vie et santé des étudiants. Suivi de cohorte en première année commune d'étude en santé (PACES). *Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive*, 25(2), 58-65.
9. Boujut, E. (2007). *Facteurs prédisant le développement de symptômes dépressifs, de symptômes organiques, de troubles des conduites alimentaires et de l'échec académique chez des étudiants de première année: une étude prospective en psychologie de la santé.* (Thèse de doctorat. Université Victor Segalen. Bordeaux).
10. Boujut, É., & Bruchon-Schweitzer, M. (2007). Rôle de certains facteurs psychosociaux dans la réussite universitaire d'étudiants de première année. *L'orientation scolaire et professionnelle*, (36/2), 157-177.
11. Boujut, E., Koleck, M., Bruchon-Schweitzer, M., & Bourgeois, M. L. (2009). La santé mentale chez les étudiants: suivi d'une cohorte en première année d'université. In *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*. 167(9), 662-668).

12. Boujut, E., & Bruchon-Schweitzer, M. (2010). Les troubles des comportements alimentaires chez des étudiants de première année: une étude prospective multigroupes. *Psychologie française*, 55(4), 295-307.
13. Bruchon-Schweitzer, M., & Boujut, E. (2014). *Psychologie de la santé : Modèles, concepts et méthodes*. Paris : Dunod.
14. Charfi, N., Trigui, D., Thabet, J. B., Hajbi, K., Zouari, N., Zouari, L., & Maalej, M. (2015). Étude du rapport des troubles des conduites alimentaires avec le niveau de stress et l'estime de soi chez les étudiants en médecine . *La tunisiemedicale*, 93(11).
15. Costa, P. T. Jr., & Mc Crae, R. R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) professional manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
16. Cottraux, J. B. M. & Bouvard, M. (1985). *Méthodes et échelles d'évaluation des comportements*. Paris : EAP
17. Coulon A. (2005). Le métier d'étudiant. L'entrée dans la vie universitaire. *Psychologie d'aujourd'hui*. Paris: PUF
18. Csillik, A. (2017). *Les ressources psychologiques Apports de la psychologie positive*. Paris : Dunod.
19. Doron, J., Stephan, Y., & Le Scanff, C. (2013). Les stratégies de coping: une revue de la littérature dans les domaines du sport et de l'éducation. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 63(5), 303-313.
20. Dugué, M., Garnarczyk, C., & Dosseville, F. (2018). Déterminants psychologiques du stress chez les étudiants en soins infirmiers. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 66(6), 347-354.
21. Ellouze, F., Rajhi, O., Robbena, L., El Karoui, M., Arfaoui, S., & M'rad, M. F. (2015). Cyberaddiction chez les étudiants. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 63(8), 504-508.
22. Estingoy, P., Fort, E., Normand, J. C., Lerond, J., & D'Amato, T. (2013) . Vulnérabilités psychiques chez les étudiants: à propos de deux enquêtes en santé mentale à l'université Lyon 1. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique* , 171(6), 392-398.
23. Fakhfakh, R., Hsairi, M., Romdhane, H. B., Achour, N., Ammar, R. B., Zouari, B., & Nacef, T. (2016). Le tabagisme des étudiants en médecine en Tunisie: tendances des comportements et des attitudes. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé*, 6(1), 37-42.
24. Faurie, I., Thouin, C., & Sauvezon, C. (2016). Étude longitudinale du stress perçu chez les étudiantes : effets modérateurs de l'estime de soi et du sentiment d'efficacité personnelle. *L'Orientation scolaire et professionnelle*, 45 (1), 5-31.

25. Grebot, E., & Barumandzadeh, T. (2005). L'accès à l'Université: une situation stressante à l'origine de certaines stratégies d'ajustement dysfonctionnelles. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 163(7), 561-567.
26. Grignon, C., & Gruel, L. (1999). *La vie étudiante*. Paris : Presses universitaires de France.
27. Hellemans, C. (2004). Stress, anxiété et processus d'ajustement face à un examen de statistique à venir. Étude comparative chez des étudiants de première et de deuxième année d'université. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 33/1, 141-170
28. Lafay, N., Manzanera, C., Papet, N., Marcelli, D., & Senon, J. L. (2003). Les états dépressifs de la post-adolescence. Résultats d'une enquête menée chez 1521 étudiants de l'université de Poitiers. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 161(2), 147-151.
29. Lazarus, R. S., & Folkman, S., (1984). *Stress, appraisal and coping*. New-York : Springer
30. Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1986). Cognitive theories of stress and the issue of circularity. *Dynamics of stress: Physiological, psychological, and social perspectives*, 63-80.
31. Lecomte, J. (2009). *Introduction à la psychologie positive*. Paris: Dunod.
32. Lecomte, J. (2017). Pour une politique du bonheur inspirée de la psychologie positive. *Revue québécoise de psychologie*, 38(2), 183. <https://doi.org/10.7202/104077>.
33. Lopez, S. J., & Snyder, C. R. (2009). *Oxford handbook of positive psychology*. New York, NY: Oxford University Press.
34. Lopez, S. J., & Snyder, C. R. (2011). *The Oxford Handbook of Positive Psychology*. Oxford: OUP USA.
35. Maamri, H., Mejdoub, Y., Ketata, N., Baklouti, M., Charfi, N., Yaich, S., ... & Jdidi, J. (2022). Étude de la santé mentale des étudiants en médecine-Étude transversale à Sfax, Tunisie. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 70, S236-S237.
36. Marcelli D, Braconnier A. (2013). *L'adolescence et les pathologies somatiques*. In : *Adolescence et Psychopathologie*. Issy-les-Mx : Elsevier Masson.
37. Martin-Krumm, C., Tarquinio, C., & Delle Fave, A. (2011). *Traité de psychologie positive*. Bruxelles: De Boeck.
38. Mazé, C., & Verliac, J. F. (2013). Stress et stratégies de coping d'étudiants en première année universitaire: rôles distinctifs de facteurs transactionnels et dispositionnels. *Psychologie française*, 58(2), 89-105.

39. Migeot, V., Ingrand, I., Defossez, G., Salardaine, F., Lahorgue, M., Poupin, C. & Ingrand, P. (2006). Comportements de santé des étudiants d'IUT de l'Université de Poitiers. *Santé Publique*, 18(2), 195-205.
40. Morvan, Y., & Frajerman, A. (2021). La santé mentale des étudiants: mieux prendre la mesure et considérer les enjeux. *L'Encéphale*, 47(6), 620-629.
41. Nakhli, J., Bouhlel, S., El Kissi, Y., Hassini, R., Nasr, S. B., & Ali, H. (2016). Les conduites alcooliques chez les étudiants infirmiers de Sousse. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 174(5), 380-384.
42. Nandrino, J. L., Reveillere, C., Saily, F., Moreel, V., & Beaune, D. (2003). Sensibilité aux tracas quotidiens et personnalité des étudiants: importance du facteur névrosisme. *European review of applied psychology*, 53(3-4), 239-244.
43. Paivandi, S. (2015). *Apprendre à l'université*. Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur. doi:10.3917/dbu.vandi.2015.01.
44. Rejeb, M. B., Abroug, H., Khefacha-Aissa, S., Fredj, M. B., Dhidah, L., & Said-Latiri, H. (2016). Comportement tabagique, connaissances et attitudes relatives à la lutte anti-tabac des étudiants infirmiers de la ville de Sousse, Tunisie. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 64(2), 121-127.
45. Robieux, L., Zenasni, F., Flahault, C., & Tavani, J. L. (2018). L'espoir dans la maladie chronique: représentations sociales de l'espoir chez les patients et soignants. *Psychologie Française*, 63(1), 37-50.
46. Rosenberg, M. (1965). *Society and the Adolescent Self-Image*. Princeton, NJ: Princeton University Press. doi : 10.1515/9781400876136.
47. Saleh, D. (2017). *Santé Mentale et Gestion du Stress chez des Etudiants à L'université: Mise en place et Evaluation d'un Programme de Gestion du Stress par Internet* (Doctoral dissertation, Université. Paris Nanterre).
48. Sandrin, E., & Gillet, N. (2016). Le workaholisme et l'engagement dans les études: des mécanismes explicatifs dans les relations entre la frustration des besoins psychologiques et le mal-être des étudiants. *Pratiques psychologiques*, 22(4), 317-334.
49. Seligman, M. E. P. (1999). Positive psychology network concept paper. Retrieved from <http://www.sas.upenn.edu/psych/seligman/ppgrant.htm>
50. Seligman, M. E. P., & Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive psychology : An introduction. *American Psychologist*, 55(1), 5-14. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.5>.

51. Shankland, R., & Martin-Krumm, C. (2012). Évaluer le fonctionnement optimal: échelles de psychologie positive validées en langue française. *Pratiques psychologiques*, 18(2), 171-187.
52. Shankland, R., Gayet, C., & Richeux, N. (2022). *La santé mentale des étudiants: Approches innovantes en prévention et dans l'accompagnement*. Elsevier Health Sciences.
53. Snyder, C. R., Harris, C., Anderson, J. R., Holleran, S. A., Irving, L. M., Sigmon, S. T., & Harney, P. (1991). The will and the ways: development and validation of an individual-differences measure of hope. *Journal of personality and social psychology*, 60(4), 570-585.
54. Spitz, E., Costantini, M. L., & Baumann, M. (2007). Détresse psychologique et stratégies de coping des étudiants en première année universitaire. *Revue francophone du stress et du trauma*, 7(3), 215-225.
55. Strenna, L., Chahraoui, K., & Vinay, A. (2009). Santé psychique chez les étudiants de première année d'école supérieure de commerce: liens avec le stress de l'orientation professionnelle, l'estime de soi et le coping. *L'orientation scolaire et professionnelle*, (38/2), 183-204.
56. Strenna, L., Chahraoui, K., & Réveillère, C. (2014). Tracas quotidiens des étudiants de première année de grandes écoles: liens avec la santé mentale perçue et la qualité de vie. In *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 172(5), 369-375.
57. Verger, P., Guagliardo, V., Combes, J. B., Kovess-Masfety, V., Lions, C., Rouillon, F., & Wattel, P. P. (2000). Facteurs associés à la santé mentale des étudiants: facteurs socio-économiques et universitaires, support social et contrôle de soi. *depression*, 41, 177-87.
58. Véron, L., Sauvade, F., & Le Barbenchon, E. (2020). Risque suicidaire et dépression: diagnostic en porte-à-porte auprès d'étudiants français vivant en résidence universitaire. *Psychologie française*, 65(1), 49-59.
59. Vinciguerra, A., Réveillère, C., Potard, C., Lyant, B., Cornu, L., & Courtois, R. (2019). Étudiants à risque de décrochage selon le profil de personnalité: Resilients, Overcontrollers et Undercontrollers. *L'Encéphale*, 45(2), 152-161.
60. Vitaliano, P. P., Russo, J., Carr, J. E., Maiuro, R. D., & Becker, J. (1985). The Ways of Coping Checklist: Revision and Psychometric Properties. *Multivariate Behavioral Research*, 20(1), 3-26. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2001_1

Apport des Données d'Observation de la Terre Dans l'Évaluation du Potentiel Forestier de la Réserve Naturelle Mabi- Yaya au Sud-est de la Côte d'Ivoire

Ouedraogo Boubacar, Diplômé d'un Master-2
Dibi N'Da Hyppolite, Maître de Conférences
Nanan Noël Kouman Kouassi, Doctorant
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p210](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p210)

Submitted: 08 April 2023

Accepted: 25 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Ouedraogo B., Dibi N.H. & Kouman Kouassi N.N. (2023). *Apport des Données d'Observation de la Terre Dans l'Évaluation du Potentiel Forestier de la Réserve Naturelle Mabi- Yaya au Sud-est de la Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 210.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p210>

Résumé

La réserve naturelle Mabi-Yaya (RNMY) a été créée à travers le décret n° 2019-897 du 30 octobre 2019 par le gouvernement de la Côte d'Ivoire pour palier le problème de pression anthropique qui pèse sur la zone. Elle est située dans le Sud-est de la Côte d'Ivoire et regorge une diversité floristique très riche. La présente étude vise à améliorer les connaissances sur le potentiel forestier de la réserve et les différentes pressions qu'elle subit, pour sa gestion durable. La réalisation de cette étude a été faite à travers les approches de télédétection qui ont consisté à la classification de deux images Sentinel-2A de 2015 et 2020. Cette classification des images Sentinel a ensuite été confirmée par des observations sur le terrain. Les résultats obtenus font état de six (6) classes d'occupation du sol dans la RNMY en 2015 et en 2020, avec les forêts denses humides comme classe dominante. L'analyse spatio-temporelle de ces images a permis d'avoir une carte de la dynamique de 2015 et une carte actualisée de 2020. Il ressort de l'analyse de ces différentes cartes que la RNMY est soumise à une forte pression anthropique. La dynamique de l'utilisation des terres a révélé une perte annuelle de près de 1 % des forêts denses humides, principalement due à la production des cultures pérennes (cacao, hévéa et café).

Mots-clés : Potentiel forestier, occupation du sol, dynamique végétale, télédétection, réserve naturelle, Mabi-Yaya, Région de la Mé, Côte d'Ivoire

Contribution of Earth Observation Data in the Evaluation on the Forest Potential of the Mabi-Yaya Nature Reserve in the South –East of Cote d'Ivoire

Ouedraogo Boubacar, Diplômé d'un Master-2
Dibi N'Da Hyppolite, Maître de Conférences
Nanan Noël Kouman Kouassi, Doctorant
Université Félix Houphouët-Boigny, Cote d'Ivoire

Abstract

The Mabi-Yaya Natural Reserve (RNMY) was created through decree n° 2019-897 of October 30, 2019 by the government of Côte d'Ivoire in response to the anthropogenic pressure on the area. It is located in the South-east of Côte d'Ivoire and possesses a very rich floral biodiversity. This study aimed to improve knowledge of the forest potential and the various pressures on the reserve for its sustainable management. This study was carried out through remote sensing approaches which consisted in the classification of the two Sentinel-2A images from 2015 and 2020. The classification of Sentinel images was thereafter confirmed by field observations. The results showed six (6) land cover classes in the RNMY in 2015 and 2020, with dense humid forests as the dominant class. The spatio-temporal analysis of the images depicted a map of the dynamics in 2015 and an updated map of 2020. The analysis of these different maps revealed that the RNMY is heavily affected by anthropogenic pressure. Land use dynamics revealed an annual loss of nearly 1 % of dense humid forests each year mainly due to the production of perennial crops (cocoa, rubber and coffee).

Keywords: Forest potential, land use, plant dynamics, remote sensing, natural reserve, Mabi-Yaya, Mé region, Côte d'Ivoire

Introduction

Selon la FAO et le PNUE (2020), la superficie totale des forêts, ressources renouvelables indispensables pour l'humanité est de 4,06 milliards d'hectares, soit 30,80 % de la superficie terrestre. Parmi celles-ci, les forêts tropicales (46 % des forêts) constituent des réservoirs exceptionnels de biodiversité (Ciais *et al.*, 2014). Malheureusement, ces dernières sont aujourd'hui menacées par la déforestation qui a entraîné une réduction de 4,30

% de la ressource entre 1990 et 2020 (FAO et PNUE, 2020). Cette déforestation s'est accélérée dans le domaine tropical depuis le XX^e siècle, en particulier dans les pays en développement (FAO, 2016).

La Côte d'Ivoire qui a perdu 57% de ses ressources forestières entre 1990 (7,8 millions d'hectares) et 2015 (3,4 millions d'hectares) n'échappe pas à cette réduction des ressources forestières (BNETD, 2016 ; SEP-REDD+, 2017). Les rares forêts encore existantes se trouvent dans le Sud-ouest et Sud-est du pays (Ouattara *et al.*, 2021). Ces dernières sont principalement localisées dans le domaine privé permanent de l'état et particulièrement dans les forêts classées ; et elles sont malheureusement soumises à des pressions anthropiques sans cesse croissantes, donc non favorables à leur gestion durable (Oszwald *et al.*, 2007).

Face à cette situation, le gouvernement de la Côte d'Ivoire a décidé de la création de nouvelles réserves naturelles gérées par l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR). La réserve naturelle Mabi-Yaya (RNMY), une des dernières reliques forestières du Sud-est du pays, créée par le décret n° 2019-897 du 30 octobre 2019 (OIPR, 2021) est un exemple des efforts du gouvernement dans la lutte contre la déforestation. Toutefois, les données de base pour un état des lieux dans ladite réserve permettant sa gestion durable restent très insuffisantes. Aussi, la collecte de données de terrain et la production d'informations se présentent comme une priorité pour les autorités forestières de l'OIPR. Au titre des données indispensables à une bonne prise en mains de la nouvelle réserve, l'occupation du sol et sa dynamique au cours des dernières décennies font partie des plus importantes eu égard à l'importante des pressions agricoles.

De nombreuses approches pour la collecte de données et informations existent, toutefois, celles impliquant la Télédétection et le Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) qui sont adaptées à la gestion et l'aménagement sur de vastes espaces (Kemavo, 2019) ont été privilégiées dans cette étude.

C'est dans ce contexte que la présente étude a été initiée avec pour objectif principal d'améliorer la gestion de la nouvelle réserve naturelle Mabi-Yaya. De façon spécifique, il s'agissait de (1) caractériser et cartographier les différents types d'occupation du sol de la réserve en 2015 et 2020 ; et (2) évaluer la dynamique du potentiel forestier de la RNMY.

Presentation del la zone d'etude

Selon **OIPR (2021)**, la Réserve Naturelle de Mabi-Yaya (RNMY) est née de la fusion de deux forêts classées anciennement sous la responsabilité de la SODEFOR. Ce sont l'ex-forêt classée de Mabi d'une superficie de 59 614 ha et l'ex-forêt classée de Yaya d'une surface de 23 873 ha. Ces deux forêts classées ont été fusionnées depuis 2016, suite aux actions du Conseil

Général de la Mé, des ONG telles que Nitidae dans le cadre du Projet REDD+ de la Mé et d'une grande majorité de la population riveraine (OIPR, 2021). En 2019, le gouvernement a décidé par décret n°2019-897 du 30 octobre 2019 de la création de la Réserve Naturelle de Mabi-Yaya d'une superficie de 61 282,559 ha. La RNMY est située entre 05°36' et 05°48'05" de latitude Nord et 3° 25' et 3° 40' de longitude Ouest. Elle est située dans la région de la Mé et est à cheval sur les départements d'Alépé (à travers les Sous-préfectures d'Aboisso-Comoé, Alépé, Alossou et Danguira) et de Yakassé Attobrou par la Sous-préfecture de Biéby (Figure 1). La RNMY est limitée dans sa crête Nord-est par le département de Bettié (au niveau de la sous-préfecture de Bettié).

La région de la Mé appartient à la zone subéquatoriale avec un climat de type Attiéen comprenant quatre saisons, dont deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. La plus grande saison des pluies couvre la période de mars à juillet avec un maximum de précipitation en juin. La petite se situe entre septembre et novembre. Cette région est caractérisée par une pluviométrie qui varie entre 850 mm et 1250 mm/an (Adjonou *et al.*, 2019). La température maximale moyenne est de 31,25 °C entre décembre et avril, et la minimale est de 28 °C entre juillet-septembre (Adjonou *et al.*, 2019).

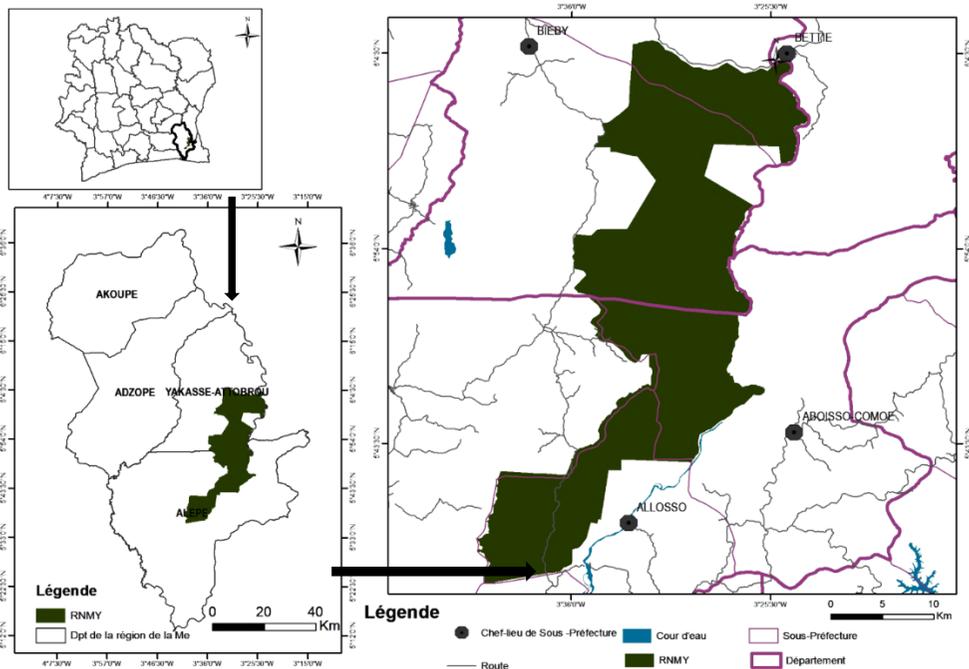


Figure 1. Carte de localisation de la Réserve Naturelle Mabi-Yaya

Materiel et methodes

Matériel

Deux types de matériel ont été exploités dans la collecte de données et leur traitement. Il s'agit du matériel biologique et du matériel technique.

Le matériel biologique se compose essentiellement de la description des formations végétales rencontrées sur le terrain. Quant-au matériel technique, il se scinde en 3 catégories que sont :

- **Les données satellitaires et cartographiques**

Elles sont constituées des données numériques de la zone d'étude. Elles ont été obtenues gratuitement sur le site web de la NASA (www.earthexplorer.usgs.gov/). Le choix des images Sentinel-2A, s'explique par leur haute résolution (jusqu'à 10 m de précision). Ces images sont également munies d'un senseur MSI (Image Multi Spectral) qui fournit des vues dans 13 bandes spectrales en lumières visibles et proche infrarouge. Dans cette perspective, les dates retenues ont été : 2015 et 2020.

Il a également été fait recours à données vectrices des limites de la réserve sous le format Shapefile issues de l'OIPR.

- **Le matériel de collecte de terrain**

Le matériel de collecte de terrain qui a été utilisé dans cette étude se compose essentiellement : d'un GPS (Global Position Système) récepteur de marque Garmin GPSMAP 64sx pour enregistrer les coordonnées (X ; Y) des différents types d'occupations du sol présent, d'un appareil photographique numérique pour la prise de vue des paysages observés ; des fiches d'inventaire et des stylos pour la consignation des données collectées ; des machettes pour se frayer le chemin ; et des bottes pour la sécurisation des pieds.

- **Le matériel pour le traitement de données**

Le traitement de données a été effectué avec le matériel informatique qui est l'ordinateur avec lequel on à utiliser les logiciels suivent : Envi -5.3, QGIS Desktop - 3.24 et Microsoft Excel – 2019.

Méthodes

Caractérisation et cartographie des types d'occupation du sol de la RNMY

La caractérisation et la cartographie des différents types d'occupation du sol de la RNMY ont été faites à partir d'images satellitaires. Les images fournies par les satellites ont ainsi fait l'objet de traitement avant d'aboutir aux cartes d'occupation du sol.

Prétraitement. Les images Sentinel-2A ont été téléchargées sur le site www.earthexplorer.usgs.gov/. Elles ont fait l'objet d'un prétraitement (Girard et Girard, 1999) au niveau radiométrique par la conversion des comptes numériques en valeur de radiance et la correction artefact qui a perturbé les mesures, notamment les défauts du capteur. Au niveau atmosphérique, la

correction a rectifié les perturbations du rayonnement électromagnétiques induites par la traversée de l'atmosphère suite aux interactions. Pour ces traitements, l'outil Radiométrique et atmosphérique a été utilisé avec le logiciel QGIS-3.24. L'extraction de la zone d'étude a été la dernière étape du prétraitement. Elle a consisté à extraite la fenêtre d'étude par superposition du fichier vecteur de contour de la réserve sur l'image satellitaire, puis l'élaboration et l'application d'un maque sur l'image dans le logiciel ENVI. Le même processus a été répété sur chaque image.

Caractérisation de l'occupation du sol de la réserve. Deux niveaux de caractérisation complémentaires ont été appliqués. Le premier niveau a été une caractérisation des différents types d'occupation du sol basée sur la recherche documentaires. Cette première approche a permis de noter que les forêts avec différents niveaux de dégradation, les exploitations agricoles dominées par la cacaoculture et l'hévéaculture occupent l'espace de la réserve. Selon les données de l'OIPR, les limites de la réserve ont été tracées de sorte à isoler les zones de forêts intactes des zones infiltrées par l'agriculture. La seconde partie de la caractérisation des types d'occupation du sol s'est appuyée sur le traitement des images satellitaires visant à extraire les types d'occupation du sol. Les traitements appliqués ont exploité le calcul des indices biophysiques et les améliorations d'images.

Au niveau des indices biophysiques, le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), le BI (Bright Soil Index) et le NDWI (Normalized Difference Wetness Index) ont été respectivement calculés pour discriminer les différentes formations végétales par rapport à leur intensité photosynthétique, leur recouvrement au sol et le niveau d'humidité contenu dans la végétation.

Le NDVI est l'un des indices les plus couramment utilisés. Il varie de -1 (végétation chlorophyllienne absente) à +1 (végétation chlorophyllienne dense). Cet indice est calculé selon la formule [1].

Le BI est sensible aux sols dénudés ou couverts de végétation faible. Cet indice est calculé selon la formule [2].

Le NDWI maximise la réflectance des surfaces humides (les surfaces en eau). Cet indice est calculé selon la formule [3].

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R} \quad [1] \quad BI = \frac{1}{(R^2 + PIR^2)^{\frac{1}{2}}} \quad [2] \quad NDWI = \frac{(PIR - MIR)}{(PIR + MIR)} \quad [3]$$

Avec PIR : Proche infra-rouge ; R : Rouge ; MIR : Moyen infra-rouge

Avec un niveau de précision plus fin, les compositions colorées exploitant les bandes brutes et néo canaux issus des Analyses en Composantes Principales (ACP) ont permis d'avoir le détail des unités cartographiques. L'ACP a converti les bandes multispectrales corrélées en un nouvel ensemble

de composants non corrélés. Les trois premières bandes de l'ACP alors obtenues, présentent des informations plus contrastées et non redondantes (Dibi *et al.*, 2008). Elles ont été ainsi exploitées dans les compositions colorées pour une meilleure discrimination de l'occupation du sol. Il s'est agi de l'approche ultime pour la préparation de la collecte des données de terrain. Les compositions colorées (Rouge-Vert-Bleu) : Sentinel 8-12-4 et ACP 1-2-3 appliquées ont permis l'identification de 6 classes d'occupation du sol que sont : les forêts denses humides ; les forêts dégradées ; les champs de cacao ; les champs d'hévéa ; les sols nus, localités et les jeunes jachères ; et les plans d'eau.

La préparation de la collecte de données de terrain a consisté à faire le choix de 100 points à visiter. Ces derniers représentaient les différentes typologies d'écosystèmes présentes sur le site d'étude intégrant les localités, les pistes, les plans d'eau, les limites de la RNMY. Les coordonnées géographiques des points ont été relevées et intégrées au GPS avec le logiciel QGIS-3.24 pour la préparation de la mission de terrain.

La mission de collecte de données dans la réserve a duré une semaine ; elle a permis de parcourir et de décrire des différents types d'occupation du sol sur la base des critères que sont : la structuration verticale (hauteur) et horizontale (recouvrements), la topographie du site et les traces de pressions anthropiques. Au-delà des points sélectionnés au laboratoire, un deuxième jeu de points au nombre de 140 a été directement collectés sur le terrain pour servir à la validation poste-classification.

La classification d'images adoptée dans le cadre de cette étude est celle de la Classification Orientée Pixels (COP) dans le logiciel Envi. Elle a été faite en deux étapes :

- La première a consisté à digitaliser des parcelles d'entraînement représentant tous les types d'occupation du sol du site (100 parcelles) ;
- La seconde étape a consisté au choix de l'algorithme (maximum de vraisemblance), puis à son implémentation (Dibi *et al.*, 2008) dans le logiciel Envi.

Les résultats des classifications obtenues au format raster ont été exportés dans le logiciel QGIS pour des conversions au format vecteur.

L'évaluation de la classification supervisée a été faite par la production des matrices de confusions à travers la précision globale et le coefficient de Kappa. Selon Skupinski *et al.* (2009), l'indice de Kappa caractérise le rapport entre les pixels bien classés et le total des pixels sondés. Les 140 parcelles collectées directement sur le terrain ont servi de base à cette évaluation. Une précision cartographique globale supérieure à 80% a été le seuil minimal pour la validation de notre traitement. Une fois la classification validée, un filtre médian 3x3 a permis de réduire l'hétérogénéité intra classe par élimination des pixels isolés.

La production de la carte historique de 2015 suit le même protocole que celle de 2020 en s'appuyant sur les points qui n'ont pas subis de mutation entre les deux dates. Les points invariants sont ceux qui n'ont pas changé d'affectation des terres dans la période d'analyse des données (2015-2020).

Evaluation de la dynamique du potentiel forestier de la RNMY.

L'estimation des superficies des types d'occupation du sol sur le pas de temps de 2015-2020 a permis d'évaluer le taux d'évolution moyen annuel selon la formule proposée par Puyravaud (2003).

$$r = \left(\frac{100}{t2 - t1} \right) \times \ln \frac{A2}{A1}$$

r : taux d'évolution annuel de la classe i; A1: superficie de la classe i au temps t1 ; A2 : superficie de la classe i au temps t2.

Selon Sanon (2019), la matrice de transition met en évidence les différentes formes de conversion des classes d'occupation du sol entre deux dates données. La matrice de transition offre l'avantage de dire avec précision comment la réduction d'une classe « X » a profité aux autres classes, ou bien comment l'augmentation de la superficie d'une classe « Y » s'est faite au détriment des autres classes entre 2015 et 2020. Elle est fréquemment utilisée dans l'analyse des changements de l'occupation du sol (Bamba *et al.*, 2008 ; Mama *et al.*, 2013 ; Tankoano *et al.*, 2016 ; N'Guessan *et al.*, 2019).

RÉSULTATS

Les types d'occupation du sol de la RNMY

Six (6) principaux types d'occupation du sol que sont les forêts denses humides, les forêts dégradées, les champs de cacao, les champs d'hévéa, les sols nus/localités/jeunes jachères et les plans d'eau.

Forêts denses humides

Cette formation présente trois strates ligneuses (haute, moyenne, basse) et une strate herbacée (basse) clairsemée. La strate ligneuse est haute de 25 à 35 m pour un recouvrement de 30 à 50 %. Des espèces telles que *Heritiera utilis* (Malvaceae), *Triplochiton scleroxylon* (Malvaceae), *Terminalia superba* (Combretaceae) sont prédominantes.

Forêts dégradées

Les forêts dégradées ont subi des formes de pressions anthropiques par le passé, modifié leur physionomie à deux strates ligneuses (haute et basse). La strate ligneuse haute de 15 à 25 m a un recouvrement variant de 20 à 50 % et dominées par des espèces comme : *Cecropia peltata* (Urticaceae), *Musanga cecropioides* (Urticaceae), *Thaumatococcus daniellii* (Marantaceae). Dans ces

forêts dégradées, des traces de reboisement de certains Combretaceae tel que : *Terminalia superba* et *Terminalia ivorensis* ont été observés.

Champs de cacao et d'hévéa

Dans la réserve naturelle Mabi-Yaya, plusieurs dizaines d'hectares ont été défrichés pour l'installation de cultures pérennes de cacao et d'hévéa.

Sols nus, localités et les jeunes jachères

Les sols nus sont constitués de parcelles dénudées, d'espaces agricoles aménagés et de localités ou sites habités.

Plans d'eau

Quatre (4) types de plans d'eau ont été principalement observés : le fleuve Comoé ; les rivières, les marigots et les mares d'inondation. Le fleuve Comoé est une limite naturelle de la réserve dans sa partie Est. La rivière de Mabi et celle de Mebifon traversent la réserve dans sa partie Nord-est. On note également la présence de quelques marigots et des mares d'inondation pendant la saison des pluies tout au long de la réserve.

Occupation du sol en 2020 et 2015 de la Réserve naturelle Mabi-Yaya

La précision globale de la classification est de 94,74 % (Tableau 1), contre 91,45 % pour l'image de 2015 (Tableau 2). Les sols nus-localités-jeunes jachères et les champs de cacao ont enregistré les plus faibles précisions de pixels bien classées avec respectivement 78 et 63% pour les années 2020 et 2015.

Tableau 1. Matrice de confusion de la classification de l'image Sentinel-2A (2020)
 Overall Accuracy = 0,947362621 = 94.7363 %
 Kappa Coefficient = 0.9311

| Occupation du sol (%) | FDH | Fd | CCACA | CHEV | SN_LO_JAJ | PE |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|
| FDH | 98,84 | 0,26 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Fd | 0,47 | 98,86 | 1,89 | 1,86 | 0,00 | 0,00 |
| CCAC | 0,00 | 0,00 | 98,07 | 3,86 | 30,42 | 0,00 |
| CHEV | 0,70 | 0,88 | 0,03 | 94,25 | 0,00 | 0,00 |
| SN_LO_JAJ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 63,97 | 0,00 |
| PE | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,61 | 100 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

FDH = forêts denses humides ; **Fd** = forêts dégradées ; **CCACA** = Champs de cacao ;
CHEV = Champs hévéa ; **SN_LO_JAJ** = sols nus_ localités_ jeunes jachères ; **PE** = plans d'eau.

Tableau 2. Matrice de confusion de la classification de l'image Sentinel-2A (2015)
 Overall Accuracy = 0,9145282595 = 91,4528 %
 Kappa Coefficient = 0.8859

| Occupation du sol (%) | FDH | Fd | CCACA | CHE | SN_LO_JAJ | PE |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|
| FDH | 98,91 | 0,23 | 1,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fd | 0,13 | 98,90 | 3,36 | 1,28 | 0,00 | 0,00 |
| CCAC | 0,00 | 0,00 | 78,85 | 0,00 | 0,20 | 0,00 |
| CHE | 0,09 | 0,88 | 2,62 | 98,72 | 0,00 | 0,00 |
| SN_LO_JAJ | 0,00 | 0,00 | 11,63 | 0,00 | 99,80 | 0,00 |
| PE | 0,86 | 0,00 | 2,37 | 0,00 | 0,00 | 100 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

FDH = forêts denses humides ; **Fd** = forêts dégradées ; **CCACA** = Champs de cacao ;
CHEV = Champs hévéa ; **SN_LO_JAJ** = sols nus_ localités_ jeunes jachères ; **PE** = plans
 d'eau.

Les cartes des figures 2 et 3, ainsi que du tableau 3 indiquent que les superficies des différents types d'occupation du sol varient de 2015 à 2020.

Tableau 3. Superficies en hectares (Ha) des classes d'occupation du sol de 2015- 2020

| Classes | Superficies (ha) 2015 | | Superficies (ha) 2020 | |
|------------------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| FDH | 51117,89 | 88,79% | 54410,68 | 83,42% |
| Fd | 3311,20 | 2,11% | 1293,66 | 5,40% |
| CCACA | 4316,01 | 7,48% | 4582,58 | 7,04% |
| CHEV | 1697,73 | 1,56% | 957,76 | 2,77% |
| SN_LO_JAJ | 741,97 | 0,05% | 2,41 | 1,21% |
| PE | 94,29 | 0,00% | 31,99 | 0,15% |

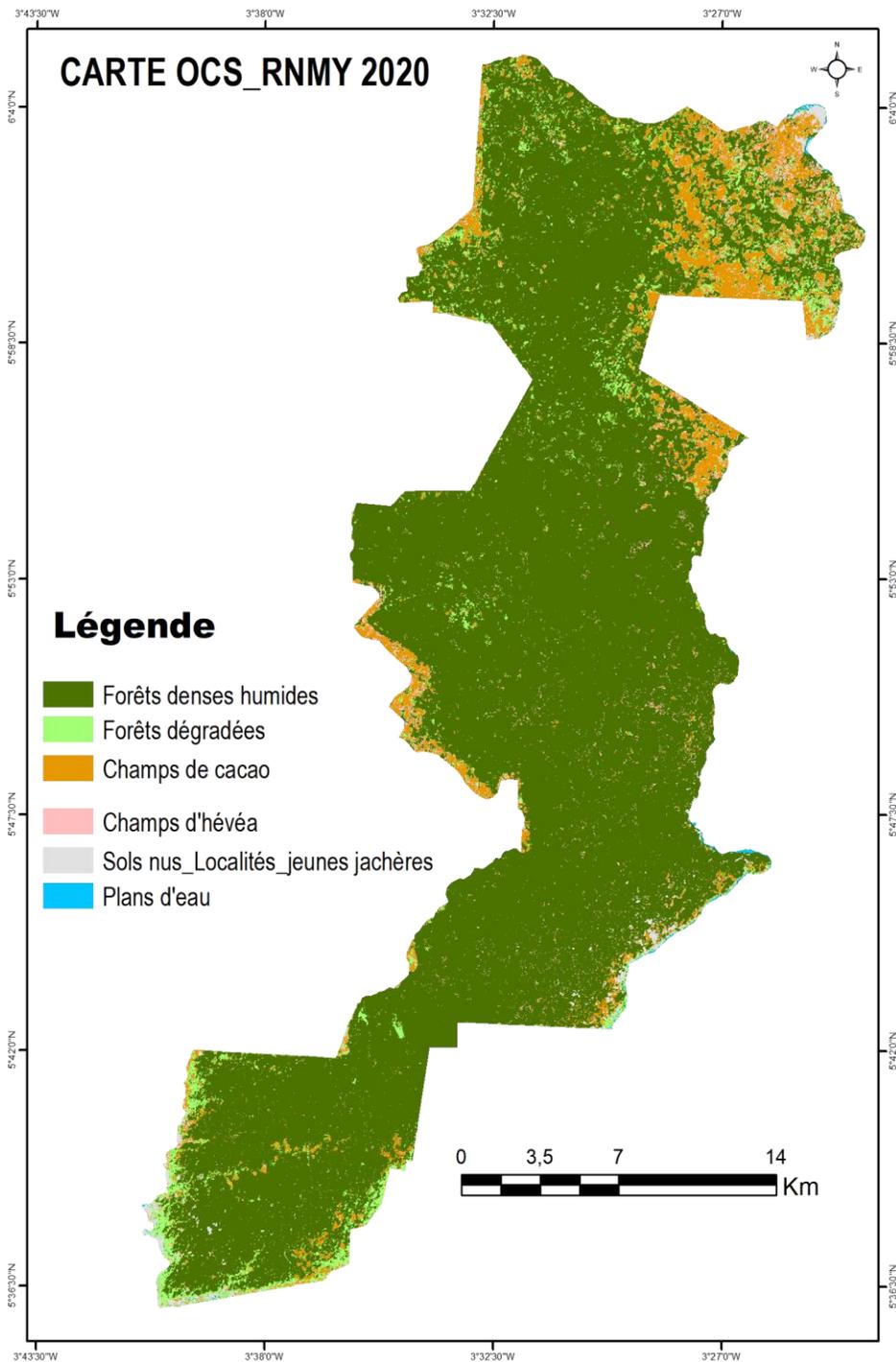


Figure 2. Carte d'occupation du sol actualisée de la Réserve Naturelle Mabi-Yaya en 2020

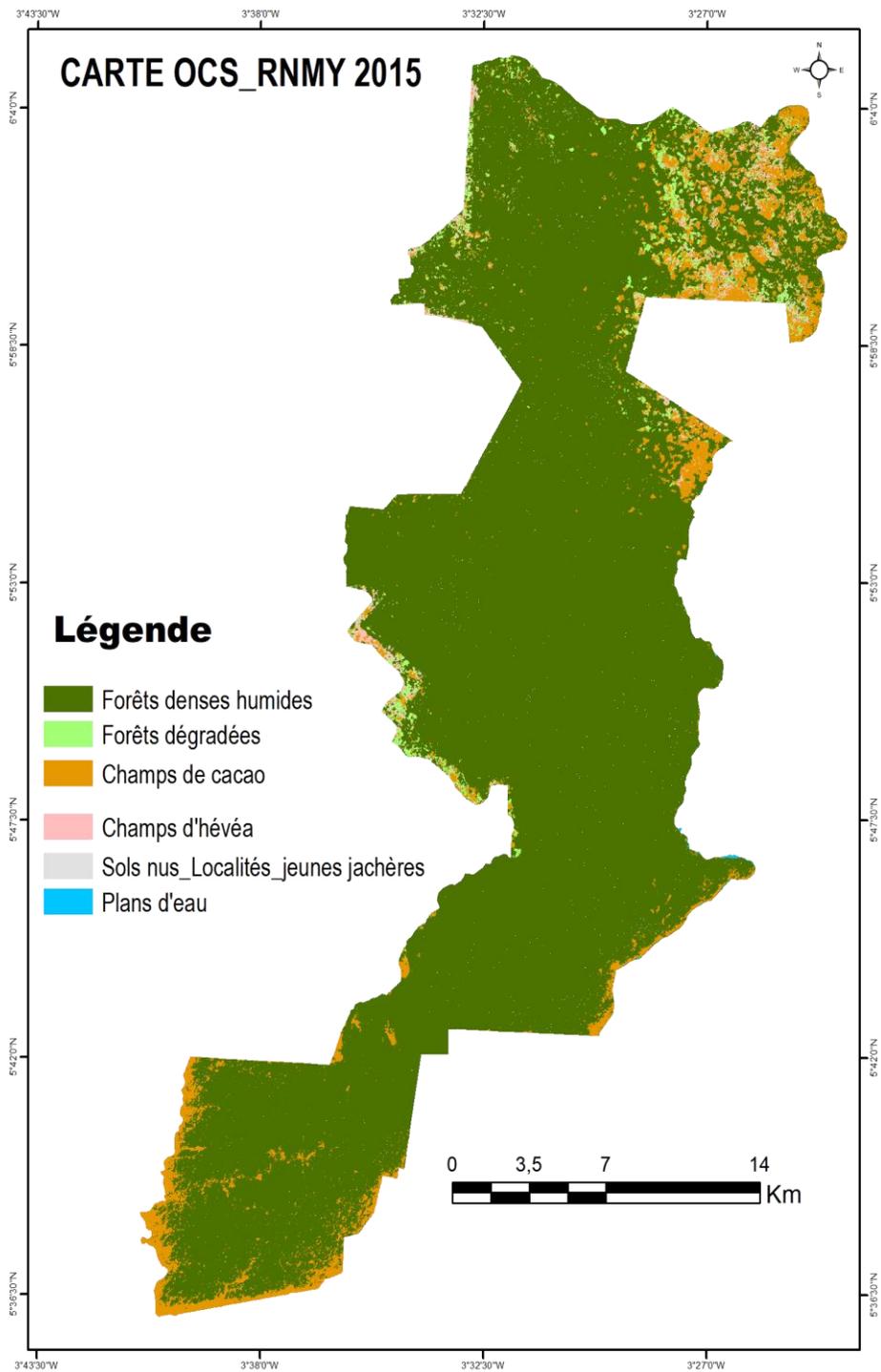


Figure 2. Carte d'occupation du sol historique de la Réserve Naturelle Mabi-Yaya en 2015

Evaluation de la dynamique du potentiel forestier de la RNMY

La dynamique du potentiel forestier de la RNMY a été déterminée à partir de la matrice de transition pour la période de 2015 à 2020 (Tableau 5). L'analyse de la matrice de transition montre que les changements les plus importants ont été observés entre :

- Les forêts dégradées qui ont subi une transition de la grande partie de leur superficie totale en champs de cacao avec un taux de 57,25 % entre 2015 et 2020 ;
- Les sols nus, les localités et les jeunes jachères qui ont subi également une forte mutation avec un taux de 51,81 % de leur superficie totale en champs de cacao ;
- Les champs d'hévéa ont été transformés en champs de cacao et en forêts dégradées avec des taux respectifs de 47,88 % et 13,93 % ;
- Les champs de cacao qui ont été convertis en forêts dégradées avec un taux de 35,18 % ;
- Et enfin, les forêts dégradées qui ont également subi un changement d'occupation du sol en forêts denses humides et en champs d'hévéa avec un taux respectifs de 11,36 % et 10,00 %.

Cette dynamique du potentiel forestier montre que la nouvelle réserve naturelle Mabi-Yaya est en perpétuelle évolution, grâce aux règles de la nature et aux pressions anthropiques.

Le calcul du taux d'évolution moyen annuel de chaque classe d'occupation du sol a permis de distinguer les types d'occupation du sol qui ont régressés ou augmentés de superficie avec le temps.

Les forêts denses humides et les champs de cacao ont été les classes qui perdent approximativement 1 % de leurs superficies totales chaque année pendant les 5 ans. Cette perte a été recouverte par les autres classes d'occupation du sol qui augmentent de superficie chaque année grâce aux activités humaines et aux phénomènes naturels (Tableau 6).

La carte de changement d'état a été établie en croisant la carte d'occupation du sol de 2015 avec celle de 2020. Elle résume la matrice de transition et illustre les trois situations que peut connaître un paysage : la stabilité, la régression et la progression. Cette carte a révélé que les forêts stables (la stabilité) occupent le maximum de superficie et qu'elles ont été plus concentrées au cœur de la réserve. Elle montre aussi que la perte des forêts (la régression) a été plus observée dans les zones périphériques de la RNMY. Elle informe également que le gain des forêts (la progression) a été plus identifié dans la partie Sud-Ouest de la réserve (Figure 4).

Tableau 3. Matrice de transition des types d'occupation du sol entre 2015 et 2020 (%)

| | | 2015 | | | | | |
|-----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|
| Occupation du sol (%) | | FDH | Fd | CCACA | CHEV | SN_LOC_JAJ | PE |
| 2020 | FDH | 93,68 | 11,36 | 0,02 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| | Fd | 2,39 | 20,60 | 35,18 | 13,93 | 0,00 | 0,00 |
| | CCACA | 1,82 | 57,25 | 46,35 | 47,88 | 51,81 | 0,03 |
| | CHEV | 1,55 | 10,00 | 7,91 | 37,55 | 4,25 | 0,00 |
| | SN_LOC_JAJ | 0,53 | 0,79 | 9,49 | 0,54 | 43,94 | 1,79 |
| | PE | 0,03 | 0,00 | 1,06 | 0,00 | 0,00 | 98,17 |
| Total général | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

FDH = forêts denses humides ; **Fd** = forêts dégradées ; **CCACA** = Champs de cacao ;
CHEV = Champs hévéa ; **SN_LO_JAJ** = sols nus_ localités_ jeunes jachères ; **PE** = plans d'eau.

Tableau 4 . Taux d'évolution moyen annuel des classes d'occupation du sol

| Classes d'occupation du sol | Taux (%) d'évolution moyen annuel |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| FDH | -1,25 |
| Fd | 18,80 |
| CCACA | -1,20 |
| CHEV | 11,45 |
| SN_LO_JAJ | 114,55 |
| PE | 21,62 |

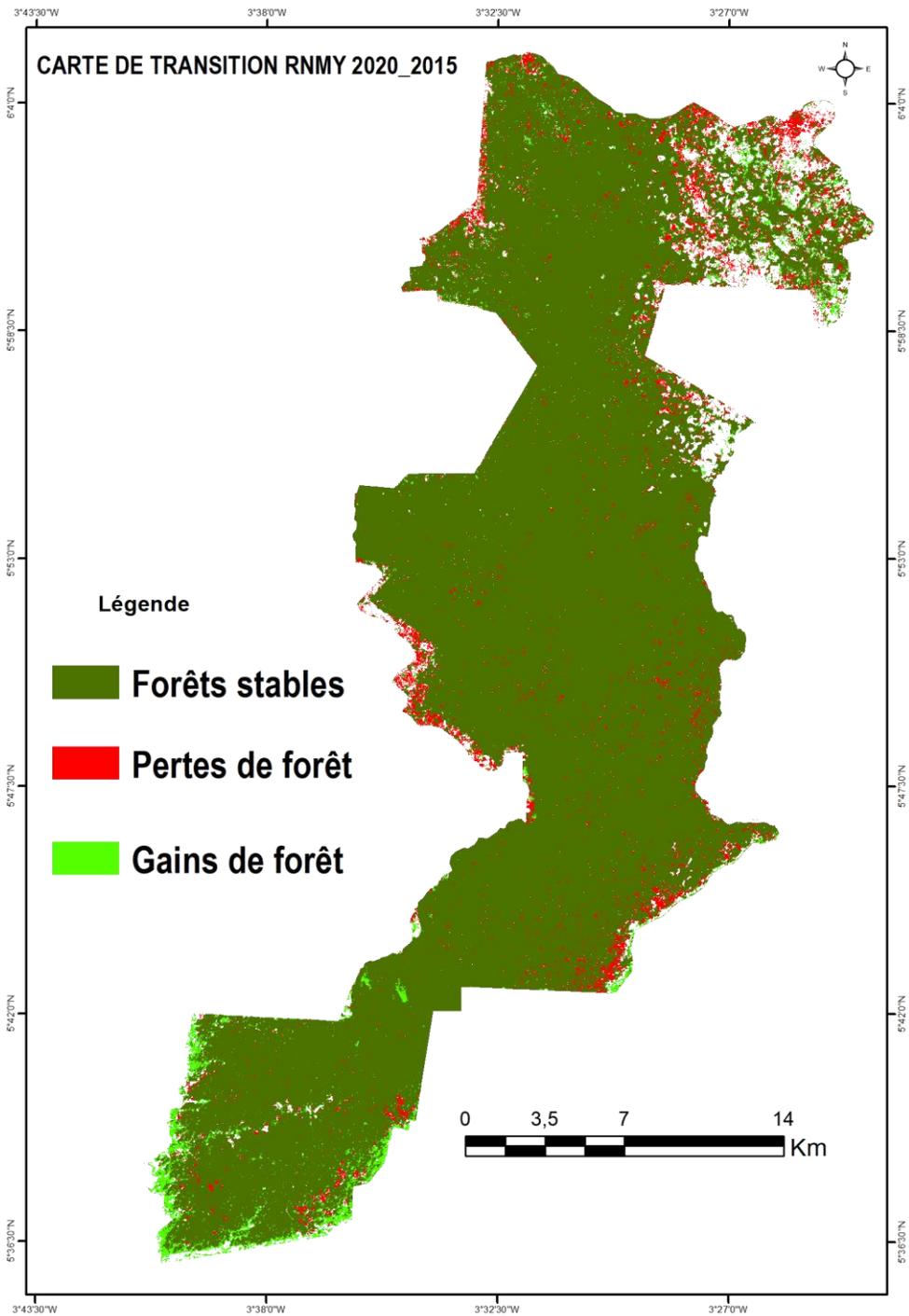


Figure 3. Carte de transition de la forêt dense humide dans la Réserve Naturelle Mabi-Yaya (2015-2020)

Discussion

La précision globale obtenue dans le traitement à travers la classification maximum de vraisemblance est de 94,74 % pour l'image Sentinel-2A de 2020 et de 91,45 % pour l'image Sentinel-2A de 2015. Le coefficient Kappa obtenu est de 89 % en 2015 et 93 % en 2020. Selon Girard et Girard (1999), une classification est jugée acceptable lorsque la valeur du coefficient Kappa est supérieure à 75 %. Il en résulte donc que les traitements de cette analyse sont statistiquement acceptables. Ouattara *et al.* (2021) ont rapporté une précision globale respective de 97 % et 87 % dans leurs études basées sur les changements d'occupation et d'usage des terres entre 2016 et 2019 dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. Nos résultats diffèrent de ceux obtenus par Ouattara *et al.* (2021). Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que l'étude actuelle a concerné qu'une partie de leurs superficies totales. De plus, l'approche méthodologique pour l'extraction des unités d'occupation du sol pourrait être aussi déterminante dans la divergence des précisions globales obtenues.

La grande confusion observée avec le traitement des types d'occupation du sol de ces deux images se trouve entre les champs de cacao et les sols nus, localités et jeunes jachères. Cela peut s'expliquer par le fait que les nouveaux champs de cacao peuvent avoir les mêmes signatures spectrales que les jeunes jachères.

Concernant les types d'occupation du sol dans la RNMY, six (6) variables principales ont été obtenues contrairement à Ouattara *et al.* (2021) qui ont eu 16 occupations et usages des terres. Malgré que les deux études soient menées dans la même localité (sud-est de la Côte d'Ivoire), l'étendue de la présente zone d'étude est nettement inférieure. Cette zone est incluse dans le périmètre de sondage de Ouattara *et al.* (2021), ce qui pourrait justifier la divergence par rapport aux types d'occupation du sol. Il faut également signaler que dans cette étude, les sols nus, les localités et les jeunes jachères ont été associés comme un seul type d'occupation à cause de leur faible densité, alors qu'ils ont été considérés individuellement par Ouattara *et al.* (2021) comme des types d'occupation et d'usage de terre à part entière.

L'observation des deux (2) cartes renseigne que les formes de pression anthropique sont plus concentrées au niveau des différentes voies d'accès dans la réserve. Cela peut s'expliquer par le fait que les cultivateurs préfèrent travailler dans des endroits qui sont faciles d'accès et au niveau desquels, ils peuvent aisément acheminer leurs récoltes vers les grandes voies commerciales. Malgré la présence et le fait que le fleuve Comoé puisse être un obstacle naturel dans la partie Est de la nouvelle réserve, la plus grande dégradation forestière a été observée de ce côté. On peut élucider cela à travers le fait que les agents forestiers, n'étant pas nombreux dans cette zone de conservation, n'arrivent pas à bien contrôler cette partie de la réserve qui leur

est difficile d'accès. Tandis que les planteurs de l'autre rive traversent le fleuve à l'aide des pirogues pour implanter leurs champs dans la RNMY.

L'analyse globale de la dynamique des transitions effectuées a montré que les formations végétales naturelles diminuent pour faire place aux cultures pérennes. Ces mutations sont dues à la propagation des cultures pérennes qui sont les principales sources de revenus pour les populations riveraines. Il y a également la saturation de l'espace rural, qui pousse les individus à avoir recours à de nouvelles terres propices à l'agriculture. C'est à travers cela que les formations végétales naturelles sont converties en formations végétales artificielles. Ces résultats corroborent avec ceux de Bigot *et al.* (2005), qui ont montré que les modifications des paysages forestiers se font dans une logique de dégradation. Les conversions de la végétation naturelle en zones agricoles et non végétalisées, observées dans la zone de la RNMY sont courantes dans toute l'Afrique de l'Ouest (Ouédraogo *et al.*, 2010 ; Houessou *et al.*, 2013).

Il est important de signaler également qu'il y a eu des mutations selon la matrice de transition au niveau de chaque unité d'occupation du sol mais certaines classes sont restées plus ou moins stables comme les plans d'eau. Les mutations les plus importantes sont observées dans les forêts dégradées, les sols nus_ localités_ jeunes jachères et dans les champs d'hévéa qui deviennent tous en grande partie des champs de cacao. Les forêts dégradées qui se transforment en champs de cacao témoignent la présence d'activités humaines dans la réserve. Les sols nus, les localités et les jeunes jachères ayant la même signature spectrale que les nouveaux défrichements, cela justifie le fait qu'ils sont devenus en grande partie des champs de cacao pendant 5 ans. Les champs d'hévéa qui ont subi une mutation pour devenir des champs de cacao, s'explique par la rentabilité économique liée à la culture du cacao.

La matrice de transition montre qu'une partie des cultures pérennes s'est transformée en forêts dégradées. Cela peut s'expliquer par le fait qu'avant et après la création de la nouvelle réserve, les autorités compétentes ont fait déguerpir certains campements qui se trouvaient dans la zone de conservation. Ceci a poussé certains cultivateurs à abandonner leurs champs. Au fil du temps, la nature commence à se reconstituer d'elle-même.

Le taux d'évolution moyen annuel des classes d'occupation du sol révèle que les sols nus-localités-jeunes jachères et les plans d'eau ont été les plus impactés en termes de gain de superficie proportionnel. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'ils ont une superficie assez réduite par rapport aux autres types d'occupation du sol. Selon Abotchi (2002), la prolifération des sols nus-localités-jeunes jachères est un phénomène particulièrement remarquable en Afrique. En effet, les fortes densités démographiques et la crise d'espace agricole conduisent les populations à la recherche de nouvelles terres. L'augmentation de superficie des plans d'eau serait globalement liée aux phénomènes récurrents des inondations à travers la variabilité

pluviométrique interannuelle, qui peut entraîner une augmentation des superficies d'eau temporaire et des zones inondables, en raison d'une année caractérisée par une bonne pluviométrie (Adjonou *et al.*, 2019).

Bien que les changements d'utilisation et d'occupation des sols induits dans la zone de la RNMY génèrent des bénéfices sociaux et économiques à plusieurs niveaux, surtout pour le bien-être de la population, il faut noter que leur développement est responsable de la dégradation écologique à différentes échelles spatiales.

Cependant, il faut observer que malgré les changements intervenus et les conversions observées au cours de la période de cette étude (2015 à 2020), la zone d'étude est restée en grande partie recouverte de végétation naturelle et dispose encore d'un bon potentiel pour la conservation de la biodiversité. La zone de la réserve regorge d'importantes ressources végétales associées à une diversité d'écosystèmes aux fonctions multiples

Conclusion

La présente étude portant sur l'apport des données d'observation de la terre dans l'évaluation du potentiel forestier de la réserve naturelle Mabi-Yaya, a permis de discriminer principalement six (6) classes d'occupation du sol, à l'aide d'images Sentinel-2A de 2015 et 2020. Ces images ont permis de cartographier la RNMY avec une précision globale de 91,45 % pour l'image de 2015 et 94,74 % pour l'image de 2020. Les six (6) classes d'occupation du sol qui ont été obtenues sont : les forêts denses humides, les forêts dégradées, les champs de cacao, les champs d'hévéa, les plans d'eau et les sols nus - localités - jeunes jachères.

En outre, la dynamique de la réserve naturelle Mabi-Yaya entre 2015 et 2020 révèle une perte assez importante des ressources floristiques naturelles au profit des cultures pérennes. Les forêts denses humides ont subi une perte approximative de 1 % de leurs superficies totales chaque année de 2015 à 2020. L'agriculture constitue la principale forme de pression anthropique. Les traces d'activités agricoles ont été identifiées un peu partout dans la réserve et elles ont été observées d'une façon concentrée sur les zones périphériques d'accès. Ces différents résultats confirment les hypothèses qui ont été formulées au début de cette étude.

La présente recherche, au-delà de son aspect pratique, est un moyen d'investigation dans la gestion des aires protégées, notamment les parcs et réserves en Côte d'Ivoire.

En somme, la réserve naturelle Mabi-Yaya est un espace très riche du point de vue ressources floristiques naturelles, mais qui reste soumise à une forte pression anthropique causée principalement par les cultures pérennes telles que la cacaoculture et l'hévéaculture.

Les résultats des types d'occupation du sol pendant ces différentes dates interpellent à renforcer les mesures de la conservation pour pérenniser les ressources floristiques naturelles de la RNMY.

Remerciements

Au terme de cette recherche, nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux et celles qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation. À cet effet, nous adressons nos remerciements au personnel du Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD), avec l'appui de ses partenaires financiers.

Nous remercions Dr **DIBI N'Da Hyppolite** (Maître de Conférences) au Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT) et Dr **TUO Seydou** (Maître Assistant) à l'Unité Pédagogique et de Recherche de Physiologie et Pathologie Végétales de l'UFR Biosciences, tous de l'Université Félix Houphouët-Boigny, qui ont accepté la direction scientifique de ce mémoire, malgré leurs multiples occupations. Leurs conseils, directives, soutiens et rigueur au travail ont été des sources de réconfort et de motivation incommensurables, qui nous ont permis d'atteindre nos objectifs académiques. Nous ne saurions les remercier assez pour leur suivi.

Conflits d'intérêts: Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêt en relation avec cet article.

References:

1. Abotchi T., 2002. Colonisation agricole et dynamique de l'espace rural au Togo: cas de la plaine septentrionale du Mono. *Revue du C.A.M.E.S. Sciences Sociales et Humaines*. Série B, 4 : 97-108.
2. Adjonou K., Bindaoudou I.A. K., Idohou R., Salako V., Glele-Kakaï R. & Kokou K., 2019. Suivi satellitaire de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans la réserve de biosphère transfrontière du Mono entre le Togo et le Bénin de 1986 à 2015. In : *Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Conférence OSFACO*, Cotonou, Bénin. 1-24.
3. Bamba I., Mama A., Neuba D.F.R., Koffi K.J., Traoré D., Visser M., Sinsin B., Lejoly J. & Bogaert J., 2008. Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D.Congo). *Sciences et Nature*, 5 (1) : 49-60.
4. Bigot S., Brou T.Y., Oszwald J. & Diedhiou A., 2005. Facteurs de la variabilité pluviométrique en Côte d'Ivoire et relations avec certaines modifications environnementales. *Sécheresse*, 16 (1) : 5-13.

5. BNETD, 2016. Réalisation d'une étude sur l'identification, l'analyse et la cartographie des causes de la déforestation et de la dégradation des forêts en Côte d'Ivoire. Rapport technique. Abidjan, Côte d'Ivoire, BNETD, 104 p.
6. Dibi N.H., N'Guessan E.K., Wajda M.E. & Affian K., 2008. Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Bulletin - Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 8 (1) : 17-34.
7. FAO (Food and Agriculture Organization), 2016. Situation des forêts du monde 2016. Forêts et agriculture : défis et possibilités concernant l'utilisation des terres. Rome. Italy, 137 p.
8. FAO (Food and Agriculture Organization) et PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), 2020. La situation des forêts du monde 2020. Forêts, biodiversité et activité humaine. Rome, Italy, 223 p. <https://doi.org/10.4060/ca8642fr>.
9. Girard M.C. & Girard M.C., 1999. Traitement des Données de Télédétection. 1 ère édition, Dunod, Paris, France, 529 p.
10. Houessou L.G., Teka O., Toko Imorou I., Lykke A.M. & Sinsin B., 2013. Land Use and Land-Cover Change at "W" Biosphere Reserve and its Surroundings Areas in Benin Republic (West Africa). *Environment and Natural Resources Research*, 3 (2); ISSN 1927-0488.
11. Kemavo A., 2019. Potentialités des données de télédétection optique et radar libres d'accès pour l'évaluation et le suivi des écosystèmes forestiers tropicaux : Études de cas au Togo, en République Démocratique du Congo, en Guyane Française et en République Dominicaine. Thèse de doctorat, Université Paris-Est, Paris, 258 p.
12. Mama A., Sinsin B., De Cannière C. & Bogaert J. 2013. Anthropisation et dynamisation des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin, *TROPICULTURA*, 31 (1) : 78-88.
13. N'Guessan A.E., Akpa Y.L., Yao N'G.O. & Kassi. J.N'D. 2019. Cartographie de la dynamique du couvert végétal de la forêt classée d'agbol Cote d'Ivoire. *Agronomie Africaine* : 88-99.
14. OIPR (Office Ivoirien des Parcs et Réserves), 2021. Office Ivoirien des Parcs et Réserves, <https://www.oipr.ci>, consulté le 18/04/2022 à 10 h 16 mn.
15. Ouattara T.A., Kouamé K.F., Zo-Bi I. C., Vaudry R. & Grinand C., 2021. Changements d'occupation et d'usage des terres entre 2016 et 2019 dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire : impact des cultures de rente sur la forêt. *Bois et Forêts des Tropiques*, 347: 89-104.
16. Ouédraogo I., Tigabu M., Savadogo P., Compaore H., Oden P.C. & Ouadba J.M., 2010. Land cover change and its relation with population

- dynamics in burkina faso, West Africa. *Land Degrad. Dev.* 21: 453–462.
17. Oszwald J., Kouakou Atta J.M., Kergomard C. & Robin M., 2007. Représenter l'espace pour structurer le temps : approche des dynamiques de changements forestiers dans le sud-est de la Côte d'Ivoire par télédétection. *Télédétection*, 7 (1-2-3-4) : 271-282.
 18. Puyravaud J. P., 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177: 593-596.
 19. Sanon Z., 2019. Dynamique de l'occupation du sol et diversité floristique ligneuse de la végétation de la forêt classée de Koulbi dans le Sud-Ouest du Burkina Faso, Thèse de doctorat, Université Nazi Boni, Burkina Fasso, 159 p.
 20. SEP-REDD+, 2017. Niveau d'émissions de référence pour les forêts de la Côte d'Ivoire. Présentation à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. République de Côte d'Ivoire, 43 p.
 21. Skupinski G., Binh Tran D. & Weber C., 2009. Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain – Le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France), Cybergeog : *European Journal of Geography*, 439 : 95 p.
 22. Tankoano B., Sanon Z., Hien M., Dibi N.H., Yameogo J.T. & Somda I., 2016. Pression anthropique et dynamique végétale dans la forêt classée de Tiogo au Burkina Faso : apport de la télédétection. *TROPICULTURA*, (34) 2 : 193-207.

Variation de la Durée de Vie de *Furcifer labordi* en Fonction de Certains Facteurs dans la Réserve Spéciale d'Andranomena, Morondava, Madagascar

Nirindrainiarivony Philibertin Honoré Djadagna Ahy

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Achille Philippe Raselimanana

Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences,

Université d'Antananarivo, Madagascar

Association Vahatra, Madagascar

Lily-Arison René De Roland

Département de Biologie, Faculté des Sciences,

Université de Toliara, Madagascar

Peregrine Fund Madagascar, Madagascar

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n21p231](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p231)

Submitted: 12 June 2023

Accepted: 29 July 2023

Published: 31 July 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Djadagna Ahy N.P.H., Raselimanana A. P. & René De Roland L-A. (2023). *Variation de la Durée de Vie de Furcifer labordi en Fonction de Certains Facteurs dans la Réserve Spéciale d'Andranomena, Morondava, Madagascar*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (21), 231. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n21p231>

Résumé

L'espèce de caméléon *Furcifer labordi*, bien connue pour son cycle biologique le plus court parmi les vertébrés est distribuée dans la forêt sèche du Sud-ouest de Madagascar entre les deux fleuves, Tsiribihina et Fiherenana. Toutefois, sa longévité varie selon la latitude. Les facteurs extrinsèques à l'origine de cette variation ne sont pas encore déterminés. Des études ont été menées dans la Réserve Spéciale d'Andranomena afin d'explorer les paramètres écologiques déterminant cette longévité. Des variables écologiques ont été collectés dans la forêt relativement intacte et en régénération de février en juin 2020. L'investigation a révélé que la présence d'un groupe particulier d'insectes ainsi que les caractéristiques de microhabitat, à savoir les couvertures de la canopée, le recouvrement et l'épaisseur de la litière et la densité d'arbres de plus de 1 m de hauteur ont une influence sur la longévité de cette espèce de caméléon. Par contre, aucune

influence n'a été constatée par la perturbation de l'habitat, l'abondance de prédateur comme les rapaces et la présence d'un serpent prédateur.

Mots-clés: *Furcifer labordi*, caméléon, longévité, paramètres écologiques, Andranomena- Madagascar

Lifespan Variation of *Furcifer labordi* According to Certain Factors in Andranomena Special Reserve, Morondava, Madagascar

Nirindrainiarivony Philibertin Honoré Djadagna Ahy

Institut d'Enseignement Supérieur de Menabe, Madagascar

Achille Philippe Raselimanana

Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Faculté des Sciences,

Université d'Antananarivo, Madagascar

Association Vahatra, Madagascar

Lily-Arison René De Roland

Département de Biologie, Faculté des Sciences,

Université de Toliara, Madagascar

Peregrine Fund Madagascar, Madagascar

Abstract

The chameleon species *Furcifer labordi*, well known for its shortest life cycle among vertebrates, is distributed in the dry forest of southwestern Madagascar between Tsiribihina and Fiherenana rivers. However, this longevity varies according to latitude. The extrinsic factors responsible for this variation have not been yet identified. Studies have been carried out in the Andranomena Special Reserve to explore the ecological parameters determining this longevity. Ecological variables were collected in the relativity intact and regenerating forest from February to June 2020. The investigation revealed that the presence of a particular group of insects as well as the microhabitat characteristics including canopy covers, leaf litter cover and thickness as well as tree density greater than 1 m in height have an influence on the longevity of this chameleon species. On the other hand, no influence was observed by habitat disturbance, the abundance of predators such as raptors and the presence of a predatory snake.

Keywords: *Furcifer labordi*, chameleon, longevity, ecological parameters, Andranomena- Madagascar

Introduction

L'espèce de caméléon, *Furcifer labordi* a une aire de distribution restreinte dans les parties ouest et sud-ouest de Madagascar. Elle fréquente la forêt dense caducifoliée de basse altitude, entre 20 et 100 m au-dessus du niveau moyen de la mer (Glaw & Vences, 2007 ; Raselimanana, 2008). Son aire de distribution qui était jadis plus étendue et continue est actuellement fragmentée et perturbée (Grandidier, 1872 ; CITES, 2016). Elle n'est connue que dans quelques localités de cette partie occidentale, dans la forêt de Mikea (Karsten *et al.*, 2008 ; Raselimanana, 2004), dans les forêts de Menabe (Raselimanana & Rakotomalala, 2003) et dans le Parc National de Kirindy Mite (Raselimanana, 2008). Brygoo (1978) a signalé sa présence plus au nord à Katsepy et à Soalala. Toutefois, une récente étude dans cette région a révélé qu'il s'agit d'une confusion avec *Furcifer voeltzkowi*. Cette espèce est morphologiquement semblable à *F. labordi*, d'où la confusion sur sa présence dans cette partie du nord-ouest de Madagascar (Glaw *et al.*, 2020).

F. labordi présente un cycle biologique très court qui ne dure qu'une année (Karsten *et al.*, 2008, Eckhardt *et al.*, 2017). Selon les études menées par Karsten *et al.* (2008) dans la forêt de Ranobe, les œufs sont pondus dans un nid creusé dans le sol en Février. Ils y restent en diapause sous forme d'embryon pendant 8 à 9 mois jusqu'au début de la saison de pluie au mois de novembre où l'éclosion a eu lieu. Les nouveaux éclos vont subir une croissance rapide pour atteindre la maturité en deux mois seulement et sont capables de s'accoupler dès le mois de janvier. Ils subissent peu de temps après, une sénescence et vont mourir en avril (Karsten *et al.*, 2008). C'est une durée moyenne de vie de 4 à 5 mois. A Kirindy, au cours d'une saison des pluies en 2013 et 2014, la durée moyenne de vie a été de 6 à 9 mois (Eckhardt *et al.*, 2017). En effet, la population de Kirindy au nord a une durée de vie relativement plus longue que celle du sud, à Ranobe où les éclosions sont apparues environ quatre semaines plus tôt.

Les facteurs qui pourraient influencer la longévité des vertébrés sont multiples. Toutefois ils pourraient être groupés en deux catégories dont les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques (Ohshima, 2023 ; Gosden, 1996). La pluviométrie annuelle, la couverture végétale, la prédation, les interactions de différents types pourraient ainsi avoir des effets dans ce cycle de vie particulier. Dans la présente recherche, l'intérêt a particulièrement porté sur les paramètres écologiques dans la forêt d'Andranomena pour explorer les facteurs déterminant la longévité de *Furcifer labordi*.

Méthodologie

Site d'étude

La présente étude a été menée dans la Reserve spéciale d'Andranomena, Commune rurale de Bemanonga, District de Morondava,

Région de Menabe. Elle est située à 30 km au Nord de la ville de Morondava. Les coordonnées géographiques des points de repères des sites où les échantillonnages ont été effectués sont S 20°10'29.6'' E 44°25'52.6'' (forêt relativement intacte) et S 20°10'47.5'' E 44°25'47.5'' (forêt en régénération) et variant entre 0 et 250 m d'altitude. C'est une forêt dense sèche caducifoliée d'une superficie de 8 298 ha qui repose sur du sol alluvionnaire et du sable du Quaternaire ainsi que sur une cuirasse sableuse. Cette aire protégée, créée en 1958 par le Décret n° 58-13 du 28 octobre 1958, est actuellement gérée par Madagascar National Parks (figure 1).

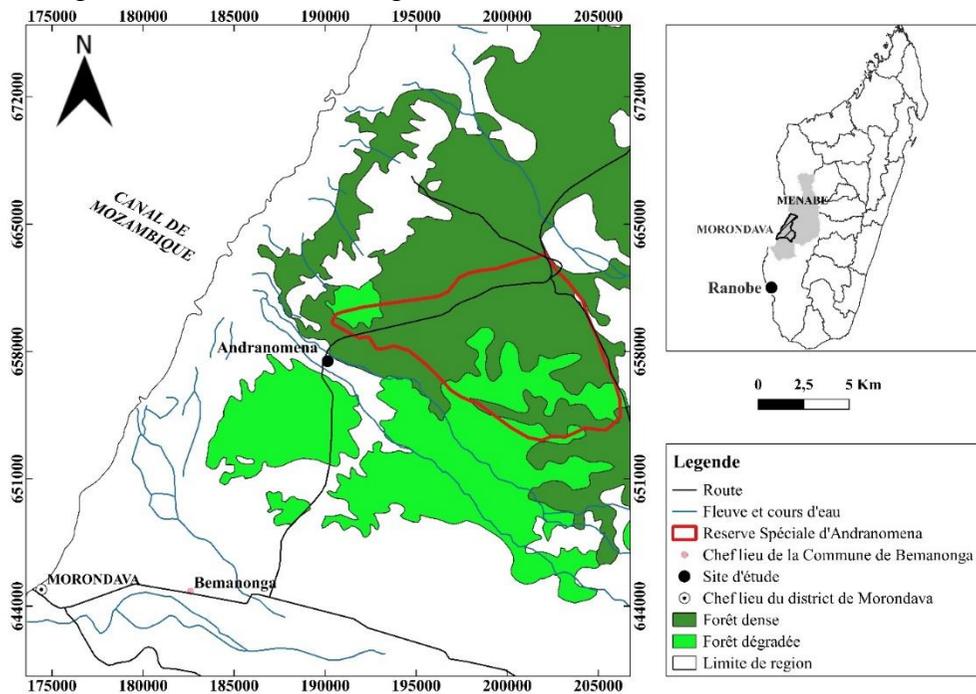


Figure 1. Carte de localisation de site d'étude

Méthode et technique d'échantillonnage

Des recherches sur le terrain ont été menées du 18 février au 27 juin 2020. La méthode d'échantillonnage à distance ou « Distance Sampling » (Buckland *et al.*, 1993) a été utilisée pour échantillonner les caméléons. C'est la technique la plus fiable et rapide pour étudier la répartition spatiale et l'estimation de la densité des caméléons (Brady *et al.*, 1996 ; Brady & Griffiths, 1999 ; Jenkins *et al.*, 1999). Cette technique fait appel à l'utilisation des lignes de transect pour l'échantillonnage.

Trois lignes de transect parallèles dont chacune mesure 50 m de longueur ont été mises en place tous les 150 m le long d'une piste principale établie dans la forêt. Les lignes débutent de 2 à 5 m de la piste principale afin d'éviter toutes perturbations que pourraient engendrer le va et vient sur celle-

ci. Chaque ligne est distante de 20 m de la ligne adjacente. Les transects sont mis en place 24 heures avant la prospection afin d'atténuer la perturbation lors de l'installation.

Le recensement des caméléons est effectué pendant la nuit, à partir de 19 heures lorsque ceux-ci dorment sur leur perchoir. En effet, ces animaux diurnes sont difficiles à observer pendant la journée à cause de leur excellente capacité de se camoufler et de se dissimuler dans leur habitat. Pendant la nuit, ils perchent, restent immobiles, leur couleur devient plus vive ou pâle suivant les espèces et deviennent faciles à repérer (Jenkins *et al.*, 1999). Les observations nocturnes sont faites de part et d'autre de la ligne à l'aide d'une lampe torche frontale. Lorsqu'un animal est repéré, la distance perpendiculaire entre l'endroit où l'animal perche et la ligne de transect ainsi que la hauteur du perchoir sont mesurées. Les paramètres suivants sont également notés : le sexe, la classe d'âge de l'individu, la hauteur de l'arbre et le type du perchoir.

Etude de l'habitat

L'étude de l'habitat a été faite le lendemain de l'observation. Deux parcelles de 25 m² (5 m x 5 m) ont été mises en place le long de la ligne de transect. La première est installée au point où l'animal a été observé et la seconde placée arbitrairement sur la ligne de transect. Il faut que les deux carrés soient distants d'au moins 5 mètres (Randrianatoandro, 2007 ; Randrianatondro *et al.*, 2010, Benjanahary, 2011).

Dans chaque quadrat, le taux de couverture de la canopée en pourcentage (%) a été relevé. Par ailleurs, l'épaisseur en centimètre (Cm) de la litière, la couverture du sol par la litière (%), la couverture du tapis herbacé (%), le nombre d'arbustes de hauteur inférieur ou égale à 1 m, le nombre d'arbres de hauteur supérieure à 1 m ainsi que le nombre d'arbres coupés et d'arbres brûlés ont été évalués.

Capture-marquage et recapture

Afin d'éviter un double comptage des individus observés, chaque animal capturé a été marqué à l'aide de vernis à ongle avant d'être relâché. C'est un produit facile à trouver et qui est bien indiqué pour le marquage, il ne provoque aucun risque ou perturbation pour l'animal (Eckhardt *et al.*, 2017). La marque est individuelle, elle consiste à mettre une petite tache de vernis sur les membres ou le corps de l'animal (Raselimanana, 2018). Sur les membres, la marque a été mise sur la peau des avant-bras gauche et droit, des bras gauche et droit, des tibias gauche et droit et des fémurs gauche et droit. Sur le corps, les taches ont été mises ventralement sur la peau de l'avant cloaque et du cou. Egalement, nous avons employé des vernis de couleurs bleu, rouge, noir, violet et orange en fonction de l'abondance des individus observés. Par

exemple, l'individu numéro 1 porte une tache bleue sur l'avant-bras gauche (code=BABG), le deuxième marqué en bleu sur le bras gauche (code=BBG). Le recensement a été répété cinq jours après pour identifier et dénombrer la recapture et les nouveaux enregistrements. Tous les individus nouvellement recensés ont été marqués. L'ensemble des individus marqués lors de la première nuit d'observation plus ceux recensés et non marqués au cours des prochains comptages donne le nombre total de relevés.

Disponibilité des proies

Les caméléons sont en général insectivores. Afin d'avoir une idée sur le régime alimentaire de *Furcifer labordi* et de la disponibilité des proies potentielles pour l'espèce, un inventaire des insectes a été effectué. Le piège lumineux a été utilisé pour capturer les insectes afin de pouvoir recenser les ordres des insectes collectés et de compter le nombre d'individus par ordre (Nageleisen & Bouget, 2009). L'identification est effectuée à l'aide de la clé d'identification des insectes (Delvare & Aberlenc, 1989).

Recensement des prédateurs

Les caméléons constituent des proies pour différentes espèces de vertébrés (Hawkins & Racey, 2008 ; Jenkins *et al.*, 2009).

Les oiseaux connus comme prédateurs des caméléons (*Falco newtoni*, *Buteo brachypterus* et *Accipiter francesii*) (Jenkins *et al.*, 2009), ainsi que *Centropus toulou* et *Corvus albus* (communication personnelle de notre guide local) ont été recensés et dénombrés tous les 200 m le long de transect d'une longueur de 1400 m (Lagrande, 1990 ; Andrianarivony, 2005). Ainsi, les individus vus ou entendus sont pris en compte (Blondel *et al.*, 1970 ; Raherilalao, 2001). La méthode consiste à faire un recensement pendant huit minutes en des points fixes. L'observation selon le transect se fait très tôt le matin parce que, à ce moment les oiseaux sont très actifs et faciles à détecter. Ainsi nous avons choisi de faire le comptage par transect à 6 heures chaque matin. Avant chaque comptage, il faut attendre deux minutes pour réduire l'effet du dérangement causé par l'observateur (Lagrande, 1990 ; Andrianarivony, 2005).

Quelques espèces de serpents font partie des prédateurs des caméléons (Jenkins *et al.*, 2009). Les espèces des serpents connus comme prédateurs des caméléons sont notées lors des observations nocturnes et durant les recherches diurnes effectuées le long des transects. Il s'agit entre autres de *Madagascarophis colubrinus* (Raselimanana obs. pers.). D'après le guide local, 04 espèces de serpents sont prédatrices de *F. labordi* sur le site d'étude, à savoir, *Madagascarophis colubrinus*, *Leioheterodon modestus*, *Mimophis mahfalensis* et *Dromicodryas bernieri*.

Mesure des paramètres climatiques

Plusieurs paramètres climatiques ont été mesurés à l'aide d'un enregistreur multiparamètre de données Em 60. L'enregistreur est installé à 30 km du site dans une station météorologique à Morondava. Cet appareil peut enregistrer automatiquement les données à temps précis en fonction de paramétrage. La prise des données a été fixée à toutes les 20 minutes. Les paramètres mesurés sont la température, la pluviométrie, la vitesse du vent et l'humidité atmosphérique.

Analyse des données

Les données collectées sur le terrain ont été compilées sur Excel et traitées à l'aide du logiciel R Studio 4.1.3.

Le test de Wilcoxon a été effectué pour comparer, d'une part, les caractéristiques de l'habitat avec individus et, d'autre part, celui de l'habitat sans individus. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour confronter les caractéristiques des forêts relativement intactes et les caractéristiques des forêts en régénération. L'hypothèse nulle stipule que les paramètres écologiques de l'habitat sont similaires dans les deux types de quadrats et dans les deux types de forêts.

L'indice d'abondance qui renseigne sur le nombre d'individus observés à chaque 100 m de transect est calculé suivant la formule :

$$\text{Indice d'abondance} = \frac{\text{Individus observés}}{\text{Distance parcourue}} \times 100$$

Cet indice a été comparé entre la forêt relativement intacte et celle en régénération en utilisant le test de Wilcoxon.

Le test de Kruskal-Wallis a été appliqué afin de tester la variation temporelle de l'abondance d'insectes, de serpents et d'oiseaux.

Résultats

Caractéristiques de l'habitat

Les quadrats où des individus de *Furcifer labordi* ont été observés présentent une couverture de canopée plus importante ($42,50 \pm 4,95$) que ceux sans caméléons ($11,50 \pm 3,57$). La différence est significative (Test de Wilcoxon apparié : $V = 210$; $n = 20$; $p < 0,0001$). La litière est plus épaisse dans les quadrats avec *F. labordi* ($0,83 \pm 0,16$) que dans ceux non occupés ($0,47 \pm 0,11$). En outre, les épaisseurs de la litière présentent une différence significative dans les différents quadrats (Test de Wilcoxon apparié : $V = 152$; $n=20$; $p < 0,001$). La couverture de la litière est supérieure dans les quadrats avec individus ($67,90 \pm 7,06$), à ceux sans individus ($34,75 \pm 7,54$). La différence est significative (Test de Wilcoxon apparié : $V = 190$; $n=20$; $p < 0,001$) (tableau 1).

Le nombre d'arbres sur les quadrats avec individus ($4,15 \pm 0,83$) est plus élevé que dans ceux sans individus ($2,50 \pm 0,69$). Ces quadrats sans individus ($3,15 \pm 0,60$) sont plus occupés par des arbres coupés que l'autre type d'habitat ($1 \pm 0,17$). Des différences ont été observées sur ces nombres d'arbres de hauteur supérieure à 1 m (Test de Wilcoxon apparié : $V = 135$; $n=20$; $p < 0,05$) et d'arbres coupés (Test de Wilcoxon apparié : $V = 18,5$; $n=20$; $p < 0,05$). En revanche, les différences ne sont pas significatives sur le nombre d'arbustes inférieurs ou égale à 1 m de hauteur (Test de Wilcoxon apparié : $V = 93$; $n=20$; $p = 0,44$) et le pourcentage de couverture de tapis herbacé (Test de Wilcoxon apparié : $V = 127$; $n=20$; $p=0,07$) (tableau 1).

Tableau 1. Moyennes (\pm ES) des caractéristiques de l'habitat entre les quadrat avec et sans *F. labordi*. Résultats de Test non paramétrique de Wilcoxon apparié de la comparaison de deux quadrats (* : $P < 0,05$, ** : $P < 0,0001$, ns : non significative)

| Habitats | Avec <i>F. labordi</i> | Sans <i>F. labordi</i> | Différence de moyenne | V |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|
| Couverture de la canopée (%) | $42,50 \pm 4,95$ | $11,50 \pm 3,57$ | 31 | 210** |
| Epaisseur de la litière (cm) | $0,83 \pm 0,16$ | $0,47 \pm 0,11$ | 0,36 | 152* |
| Couverture de la litière (%) | $67,90 \pm 7,06$ | $34,75 \pm 7,54$ | 33,15 | 190* |
| Couverture du tapis herbacé (%) | $38 \pm 8,23$ | $24,40 \pm 4,62$ | 13,6 | 127 ^{ns} |
| Nombre des arbustes (hauteur <1 m) | $4,75 \pm 0,71$ | $4 \pm 0,51$ | 0,75 | 93 ^{ns} |
| Nombre des arbres (hauteur > 1 m) | $4,15 \pm 0,83$ | $2,50 \pm 0,69$ | 1,65 | 135* |
| Arbre coupé (n) | $1 \pm 0,17$ | $3,15 \pm 0,60$ | -2,15 | 18,5* |

Indice d'abondance par 100 m

L'abondance par 100 m de *F. labordi* est supérieure dans la forêt relativement intacte ($1,51 \pm 0,18$; $n=29$) à celle en régénération ($1,30 \pm 0,21$; $n=21$). Cependant, cette différence n'est pas significative (Test de Wilcoxon : $W=319$; $n=50$ et $p = 0,77$). L'abondance ne varie pas en fonction de la perturbation de l'habitat.

Insectes disponibles

Dix (10) Ordres d'insectes ont été répertoriés. Il s'agit des Coléoptères, Dermoptères, Diptères, Hétéroptères, Homoptères, Hyménoptères, Lépidoptères, Névroptères, Odonates et d'Orthoptères. Le nombre d'individus récoltés varie significativement ($\chi^2 = 27,72$; $df=9$; $n=114$; $p < 0,05$) d'un ordre à autre. Quatre ordres comportent plus d'individus que les autres avec une abondance relative respective : Homoptères ($7,40 \pm 1,40$), Coléoptères ($4,16 \pm 0,64$), Dermoptères ($3,47 \pm 0,72$) et Lépidoptères ($2,86 \pm 0,58$). L'abondance des insectes ne présente pas de différence significative (test de Kruskal-

Wallis : $\chi^2=4,05$; $df=3$; $n=114$; $p=0,25$) entre les différents mois d'échantillonnage de Février à Juin 2020.

Abondance de serpents prédateurs

Trois *Dromicodryas bernieri*, deux *Madagascarophis colubrinus*, deux *Leioheterodon modestus* et un *Mimophis mahfalensis* ont été répertoriés. Les individus répertoriés en Février (75%) sont nombreux qu'en Mars (25%). Le test de Kruskal-Wallis indique que cette abondance relative ne présente pas de différence significative ($\chi^2=1,25$; $df=1$; $n=8$; $p=0,26$) entre les deux mois.

Abondance d'oiseaux prédateurs

Le site d'étude abrite 5 espèces d'oiseaux qui sont prédatrices de *F. labordi* (communication personnelle du guide local), à savoir, *Centropus toulou*, *Falco newtoni*, *Buteo brachypterus*, *Corvus albus* et *Accipiter francesii*. Le test de Kruskal-Wallis a révélé que l'abondance de ces oiseaux rapaces ne présente de différence significative ($\chi^2=4,10$; $df=4$; $n=81$; $p=0,39$) (figure 2). Elle n'est pas aussi significative (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2=0,08$; $df=3$; $n=81$; $p=0,99$) de Février à Juin 2020. Ainsi, aucune différence n'est relevée ni entre les individus pour chaque espèce ni pour le nombre des rapaces par saison.

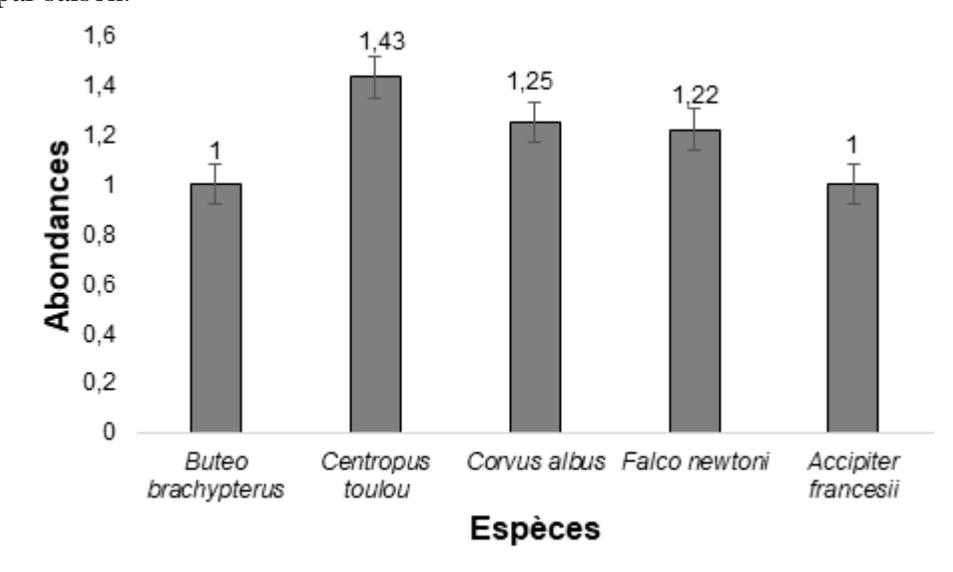


Figure 2. Moyennes d'effectifs des espèces d'oiseaux rapaces

Influence des paramètres climatiques

L'abondance de *F. labordi* diminue significativement de la saison pluvieuse à la saison sèche ($\chi^2=9,52$; $df=4$; $n=50$; $P<0,05$) (tableau 2).

Le coefficient de corrélation entre l'abondance de l'espèce et la température est $r=0,80$. Ainsi, L'abondance augmente avec l'élévation de la température et diminue avec la baisse de la température comme indiqué dans le tableau 2. Il y a aussi une relation linéaire positive entre l'abondance et la précipitation ($r=0,83$) et négative entre l'abondance et l'humidité atmosphérique ($r= -0,72$). Mensuellement, l'abondance baisse avec la diminution de la précipitation d'une part et avec l'augmentation de l'humidité d'autre part (tableau 2 et figure 3). Par contre, la vitesse du vent ne présente aucune influence sur l'abondance ($r= -0,20$) (figure 3).

Tableau 2. Variation mensuelle de l'abondance relative (moyennes \pm ES) de *F. labordi* selon les paramètres climatiques

| Mois | Abondance relative | Température | Précipitation | Humidité atmosphérique | Vitesse du vent (m/s) |
|---------|--------------------|-------------|---------------|------------------------|-----------------------|
| Janvier | 4,50 \pm 0,65 | 29,6 | 176,65 | 100,93 | 1,42 |
| Février | 2,44 \pm 0,43 | 28,6 | 164,22 | 100,99 | 1,42 |
| Mars | 1,89 \pm 0,24 | 28,3 | 21,47 | 100,96 | 1,48 |
| Avril | 1,71 \pm 0,49 | 27,2 | 4,8 | 101,3 | 1,38 |
| Mai | 1 \pm 0,92 | 24 | 1,28 | 101,55 | 1,45 |

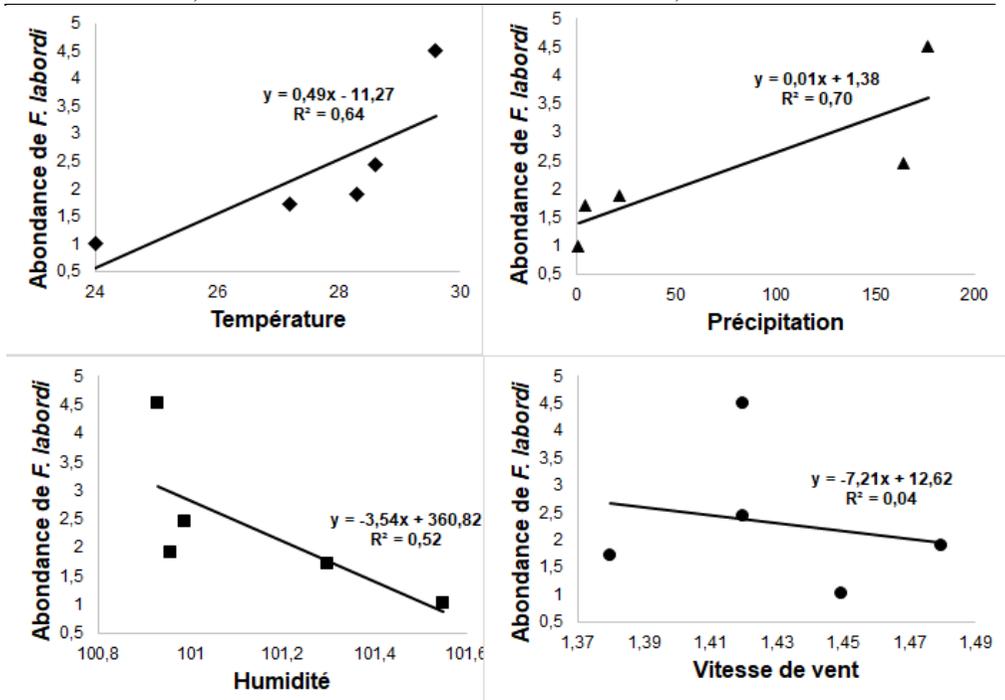


Figure 3. Corrélation de l'abondance relative de *F. labordi* avec les paramètres climatiques

Discussions

Les caractéristiques (couverture de la canopée, épaisseur de la litière, couverture de la litière et nombre d'arbre de hauteur supérieur à 1 m) de microhabitat fréquenté par *Furcifer labordi* déterminent sa distribution spatiale. Elle montre une exigence remarquable du point de vue microhabitat. Une telle préférence particulière en termes d'habitat pourrait avoir un impact direct sur la longévité de cette espèce. Raselimanana (2018), a fait remarquer que *F. labordi* montre une préférence particulière pour la strate inférieure peu ouverte et bien fournie avec une abondance des arbustes de 2,5 cm de Dbh. Une telle condition lui offre ainsi une diversité de perchoirs et une meilleure protection contre les prédateurs aériens.

Cette espèce de caméléon semble tolérer la perturbation de l'habitat. Toutefois, le seuil de cette tolérance vis-à-vis de l'état de dégradation du milieu n'est pas connu. Selon Raselimanana (2018), cette espèce est uniformément distribuée dans deux blocs forestiers à caractéristiques écologiques différents. Autrement dit, elle a une capacité d'adaptation assez performante. Ce qui est vraisemblablement logique pour une espèce dont la durée de vie n'est que de quelques mois.

Les proies potentielles de *F. labordi* n'ont aucunement varié en termes de diversité entre la saison pluvieuse et la saison sèche, contrairement à l'abondance. Ainsi, la longévité de l'espèce pourrait être influencée par la présence d'un groupe particulier d'insectes comme base de son régime alimentaire. L'analyse de fèces de *F. labordi* collectés dans le Menabe centrale a montré que les Coléoptères et les Hémiptères sont les proies les plus consommées (Randrianatoandro, 2007).

Une forte corrélation a été constatée entre l'abondance relative de l'espèce et les trois paramètres climatiques qui sont la température, la pluviosité et l'humidité atmosphérique. Toutefois, l'analyse de la fluctuation de la longévité en fonction des facteurs écologiques nécessite une observation de plusieurs années. D'après Eckhardt *et al.* (2017), la durée moyenne de vie de l'espèce était de 6 à 9 mois à Kirindy. Elle a été de 5 à 6 mois à Andranomena durant le suivi de 2020 à 2022 (Djadagna Ahy, obs. pers.). D'après Shine (2005) et Céline (2020), la durée de vie est affectée par les gradients thermiques et de précipitations chez les ectothermes. En revanche, selon Stephan & Santiago (2009), la durée de vie de ces ectothermes pourrait être considérablement raccourcie à l'avenir compte tenu des augmentations prévues de la température mondiale.

Conclusion

Furcifer labordi présente à la fois une préférence écologique en termes de microhabitat et une tolérance quant à l'état de dégradation de celui-ci. En tenant compte de la différence significative au niveau des effectifs des proies

potentielles pendant certaine période d'activité, il se pourrait que la longévité soit en relation directe avec la disponibilité de certains groupes particuliers d'insecte. Ni la diversité, ni l'abondance des prédateurs n'a aucun impact notable sur la durée de vie de *Furcifer labordi*. Parmi les facteurs climatiques, la température, la précipitation et l'humidité atmosphérique ont une influence significative sur l'abondance de cette espèce.

Conflits d'intérêts : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

References:

1. Andrianarivony, R. (2005). Contribution à l'étude des communautés aviaires dans le corridor entre les deux parcelles de la Reserve Spéciale de Beza Mahafaly. Mémoire de fin d'études, Ecole Supérieure de Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
2. Benjanahary, R.B. (2011). Ecologie et préférence en habitat des *Brookesia nasus* dans l'aire protégée de Tsitongambarika, région d'Anosy, sud-est de Madagascar. Mémoire de DEA, Département des sciences biologiques, Université de Toliara, Toliara.
3. Blondel, J., Ferry, C. & Frochot, B. (1970). La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune par station d'écoute. *Alauda*, 38 : 55-71
4. Brady, L.D., Huston, K., Jenkins, R.K.B., Kauffman, J.L.D., Rabearivony, J., Raveloson, G. & Rowcliffe, M. (1996). UEA Madagascar Expedition 93. Final Report. Unpublished Report. University of East Anglia. Norwich.
5. Brady, L.D. & Griffiths, R.A. (1999). Status assessment of Chameleons in Madagascar. IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge. UK.
6. Brygoo, E.R. (1978). Reptiles Sauriens Chamaeleonidae. Genre *Brookesia* et complément pour le genre *Chamaeleo*. Faune de Madagascar 47 : 1-173.
7. Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. & Laake, J.L. (1993). Distance Sampling : Abundance of Biological Populations, Chapman & Hall, London, reprinted (1999) by Research Unit for Wildlife Population Assessment, St Andrews.
8. Céline, D. (2020). La longévité des espèces à sang froid est liée à la température extérieure. *Futura-Science*.
9. Delvare, G. & Aberlenc, H.P. (1989). Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles. Laboratoire de Faunistique- Département GERDAT, France, 302p.

10. Eckhardt, F., Kappeler, P.M. & Kraus, C. (2017). Highly variable lifespan in an annual reptile, Labord's chameleon (*Furcifer labordi*). Scientific Reports 7(1).
11. Glaw, F. & Vences, M. (2007). A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar. Third Edition. Vences & Glaw Verlag, Cologne.
12. Glaw, F., Prötzel, D., Eckhardt, D.F., Raharinoro, N.A., Ravelojaona, R.N., Glaw, T., Glaw, K., Forster, J. & Vences, M. (2020). Rediscovery, conservation status and genetic relationship of the Malagasy chameleon *Furcifer voeltzkowi*. Salamandra, 56(4) : 342-354.
13. Gosden, R.G. (1996). Cheating time : science, sex and ageing (Vol. 20). Macmillan.
14. Grandidier, A. (1872). Description de quelques Reptiles nouveaux découverts à Madagascar en 1870. Annales des Sciences Naturelles, Zoologie et Paléontologie 15(5) : 54-57.
15. Hawkins, C.E. & Racey, P.A. (2008). Food habits of an endangered carnivore, *Criptoprocta ferox*, in the dry deciduous forests of western Madagascar. Journal of Mammalogy, 89(1): 64-74.
16. Jenkins, R.K.B., Brady L.D., Huston K., Kauffmann J.L.D., Rabearivony J. & Raveloson G. (1999). The population status of chameleons within Ramonafana National Park, Madagascar, and recommendations for future monitoring, Oryx, 33, 38-46.
17. Jenkins, R.K.B., Rabearivony, J. & Rakotomanana, H. (2009). Predation on chameleons in Madagascar : a review. African Journal of Herpetology 58 : 131-136.
18. Karsten, K.B., Andriamandimbarisoa, L.N., Fox, S.F. & Raxworthy, C.J. (2008). Discovery of a unique tetrapod life history: and annual chameleon living mostly as an egg. Proceeding of the National Academy of Sciences 105:8980-8984.
19. Langrand, O. (1990). Guide to the birds of Madagascar. Yale University Press, New Haven.
20. Nageleisen, L.M. & Bouget, C., coord. (2009). L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.). Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, 144 p.
21. Ohshima, Y. (2023). The Determination of a Lifespan : A 400-Year-Old Shark and a 40,000-Year-Old Plant. Cambridge Scholars Publishing.

22. Raherilalao, M.J. (2001). Effets de la fragmentation de la forêt sur les oiseaux autour du Parc National de Ranomafana (Madagascar). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 2001, 56 (4), pp.389-406. hal-03530083f.
23. Randrianantoandro, J.C. (2007). Chameleons for conservation : Surveying and monitoring in Central Menabe, Madagascar. Final Report, Future Conservationist Award.
24. Randrianantoandro, J.C., Razafimahatratra, B., Soazandry, M., Ratsimbazafy, J. & Jenkins, R.K.B. (2010). Habitat use by chameleons in a deciduous forest in western Madagascar. *Amphibia-Reptilia* 31: 27-35
25. Raselimanana, A.P. & Rakotomalala, D. (2003). Chamaeleonidae, Chameleons. Pages 961-969 in J. Benstead, editor. *The Natural History of Madagascar*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
26. Raselimanana, A.P. (2004). L'Herpetofaune de la forêt de Mikea. Recherche pour le Développement, Série Sciences Biologiques n° 21. Antananarivo, Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique.
27. Raselimanana, A.P. (2008). Herpetofaune des forêts sèches malgaches. *Malagasy Nature* 1: 46-75.
28. Raselimanana, M. (2018) Utilisation de l'habitat et structure de la population des caméléons dans la forêt sèche de Kirindy CNFEREF, Morondava, Madagascar. Mémoire de Master, Parcours Biologie de la Conservation Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
29. Shine, R. (2005). Life-history evolution in reptile. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 36 : 23-46.
30. Stephan, B.M. & Santiago, S. (2009). Latitudinal variation in lifespan within species explained by the metabolic theory of ecology. *Stony book*.