



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética // Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

VOLUMEN 28

NÚMERO 2

Abril - Junio 2024

> EDITORIAL

Ambientes alimentarios en el hogar: un área de oportunidad para la investigación y la intervención en nutrición y dietética en adultos y personas mayores

> INVESTIGACIONES

Fluoxetine impairs muscular strength, power and endurance performance particularly when it is co-ingested with caffeine: a case study

Assessment of the glycemic index in a white bread enriched with fermented cassava dough using *Lactobacillus plantarum* in apparently healthy volunteers

The effect of eight-week nutrition education on nutrition knowledge, nutrition literacy, and Mediterranean diet in Turkish adolescents

Sociodemographics, playing habits, adherence to the Mediterranean dietary pattern, dietary supplements intake, physical activity level, and degree of Internet gaming disorder of Portuguese chess players

Correlación entre CUN-BAE, índice de masa corporal y circunferencia de cintura en adultos chilenos: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017

Consumption of ultra-processed foods and relationship with sodium and potassium excretion: a cross-sectional study

Evaluación nutricional y sensorial de dos panes funcionales adicionados con lactosuero y harina de malanga en niños

Situación epidemiológica de la salmonelosis en Españaa en el periodo prepandémico (2013-2019)



CONSEJO GENERAL
DE COLEGIOS OFICIALES DE
Dietistas-Nutricionistas



ACADEMIA
ESPAÑOLA DE
NUTRICIÓN
Y DIETÉTICA

Scimago Journal Rank (SJR): 0.121



[www.
renhyd.org](http://www.renhyd.org)

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



ACADEMIA
ESPAÑOLA DE
NUTRICIÓN
Y DIETÉTICA



CONSEJO GENERAL
DE COLEGIOS OFICIALES DE
Dietistas-Nutricionistas



Miembro de:

AIBAN: Alianza Iberoamericana de Nutricionistas.

CIENUT: Comité internacional por la Estandarización de la Nutriología.

EFAD: Federación Europea de Asociaciones de Dietistas.

ICDA: Confederación Internacional de Asociaciones de Dietistas.

COMITÉ EDITORIAL

Editor Jefe:

Rafael Almendra-Pegueros
Institut de Recerca de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Institut d'Investigació Biomèdica Sant Pau (IB SANT PAU), España.

Subdirectora:

Macarena Lozano-Lorca
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Granada, España.

Editora Honoraria:

Nahyr Schinca Lecocq
Academia Española de Nutrición y Dietética, España.

Editores/as Asociados/as:

Evelia Apolinar Jiménez
Unidad de Metabolismo y Nutrición, Departamento de Investigación, Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, Secretaría de Salud, México.

María Victoria Aviles
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Entre Ríos, CONICET-UNER, Argentina.

Diego A. Bonilla
División de Investigación, Dynamical Business & Science Society – DBSS International SAS, Colombia.

Rodrigo Daga
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Chile.

Tania Fernández-Villa
Departamento de Ciencias Biomédicas, Área de

Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de León, España.

Amparo Gamero Lluna
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Facultad de Farmacia, Universitat de València, España.

Joel Girón Hernández
Universidad de Northumbria, Reino Unido.

Ashuin Kammar García
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Instituto Politécnico Nacional, México.

Malak Kouiti
Universidad Hassan Primero de Settat, Marruecos.

Edna Judith Nava González
Facultad de Salud Pública y Nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Patricio Pérez-Armijo
Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Isabel I, Burgos, España.

Édgar Pérez Esteve
Departamento de Tecnología de Alimentos, Universitat Politècnica de València, España.

Alberto Pérez-López
Departamento de Ciencias Biomédicas, Universidad de Alcalá, España.

Fanny Petermann-Rocha
College of Medical, Veterinary and Life Sciences, University of Glasgow, Reino Unido; Facultad de Medicina, Universidad Diego Portales, Chile.

Manuel Reig García-Galbis
Facultad Universidad Isabel I, Burgos, España.

Claudia Troncoso-Pantoja
Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile.

CONSEJO EDITORIAL EJECUTIVO

Nutrición básica y aplicada:

Alfredo Martínez (coordinador)
Universidad de Navarra, Pamplona, España.

Itziar Zazpe García
Universidad de Navarra, Pamplona, España.

Marta Cuervo Zapatel
Universidad de Navarra, Pamplona, España.

Marta Garaulet Aza
Universidad de Murcia, España.

José Luis Santos (Chile)
Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

Nutrición clínica y hospitalaria:

María del Mar Ruperto López (coordinadora)
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España.

Violeta Moize Arcone
Grupo Hospitalario Quirón, España.

María Garriga García
Hospital Universitario Ramón y Cajal, España.

Emili Ros Rahola
Hospital Clínico de Barcelona, España.

Horacio González (Argentina)
Hospital de Niños Sor María Ludovica, Argentina.

Josefina Bressan (Brasil)
Universidad Federal de Viçosa, Brasil.

Educación alimentaria y sanitaria:

Manuel Moñino
Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas de les Illes Balears, España.

Eduarne Simón
Universidad del País Vasco, España.

Francisco Gómez Pérez
Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, España.

Graciela González (Argentina)

Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas, Argentina.

Cultura alimentaria, sociología, antropología de la alimentación y psicología:

Elena Espeitx (coordinadora)
Universidad de Zaragoza, España.

Joy Ngo
Fundación para la Investigación Nutricional, Barcelona, España.

Gemma López-Guimerá
Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Pilar Ramos
Universidad de Sevilla, España.

Patricia Marcela Aguirre de Tarrab (Argentina)
Instituto de Altos Estudios Sociales (IDAES), Argentina.

Cooperación Humanitaria y Nutrición:

José Miguel Soriano del Castillo (coordinador)
Universidad de Valencia, España.

Alma Palau Ferré
Colegio Oficial de Dietistas y Nutricionistas de la Comunitat Valenciana, España.

Gloria Domènech
Universidad de Alicante, España.

Estefanía Custodio
Instituto de Salud Carlos III, España.

Faviola Susana Jiménez Ramos (Perú)
Red Peruana de Alimentación y Nutrición (RPAN), Perú.

Hilda Patricia Núñez Rivas (Costa Rica)
Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Costa Rica.

Geraldine Maurer Fossa (Perú)
Alerta Nutricional, Perú.

Tecnología culinaria y gastronomía:

Giuseppe Russolillo (coordinador)
Asociación Española de Dietistas -Nutricionistas, Barcelona, España.

Antonio Verdet
Universidad de Zaragoza, España.

Alicia Bustos
Universidad de Navarra, España.

Yolanda Sala
Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas, España.

Javier García-Luengo Manchado
Escuela Universitaria de Artes y Espectáculos, Universidad Rey Juan Carlos, España.

Andoni Luís Aduriz
Mugaritz, España.

Bromatología, toxicología y seguridad alimentaria:

Iciar Astiasarán (coordinadora)
Universidad de Navarra, España.

Roncesvalles Garayoa
Universidad de Navarra, España.

Carmen Vidal Carou
Universidad de Barcelona, España.

Diana Ansorena
Universidad de Navarra, España.

María Teresa Rodríguez Estrada (Italia)
Universidad de Bologna, Italia.

Nutrición Comunitaria y Salud Pública:

M^a del Rocío Ortiz (coordinadora)
Universidad de Alicante, España.

Andreu Farran
Universidad de Barcelona, España.

Carlos Álvarez-Dardet
Universidad de Alicante, España.

Jesús Vioque
Universidad Miguel Hernández, España.

Odilia I. Bermúdez (Estados Unidos)
Tufts University School of Medicine, Estados Unidos.

Dietética Aplicada y Dietoterapia:

Julia Wärnberg
Universidad de Málaga, España.

Cleofé Pérez-Portabella Maristany
Hospital Vall d'Hebron, España.

Marina Torresani
Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Laura López
Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Consejo Editorial consultivo:

Josep Boatella
Universidad de Barcelona, España.

Pilar Cervera
Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas, España.

Margarita Jansà
Hospital Clínico de Barcelona, España.

Ana Pérez-Heras
Hospital Clínico de Barcelona, España.

Mercè Planas
Hospital Vall d'Hebron, España.

Ramón Tormo
Grupo Hospitalario Quirón, España.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



ACADEMIA
ESPAÑOLA DE
NUTRICIÓN
Y DIETÉTICA



CONSEJO GENERAL
DE COLEGIOS OFICIALES DE
Dietistas-Nutricionistas



Miembro de:

AIBAN: Alianza Iberoamericana de Nutricionistas.

CIENUT: Comité internacional por la Estandarización de la Nutriología.

EFAD: Federación Europea de Asociaciones de Dietistas.

ICDA: Confederación Internacional de Asociaciones de Dietistas.

PATRONATO DE LA AEND (2018)

Giuseppe Russolillo Femenías
Presidente

Cleofé Pérez Portabella
Emérita y Vicepresidente Primera

Iva Marques Lopes
Patrona y Miembro de Honor

Martina Miserachs Blasco
Vicepresidenta Segunda y Miembro de Honor

María Casadevall Moliner
Patrona y Miembro de Honor

Nahyr Schinca Lecocq
Patrona Emérita y Editora Honoraria de Actividad Dietética

Yolanda Sala Vidal
Patrona y Emérita de Honor

Antonio Valls
Secretario del Patronato y Miembro de Honor

Alma Palau Ferré
Miembro de Honor

CONSEJO GENERAL DE DIETISTAS-NUTRICIONISTAS DE ESPAÑA

COMISIÓN EJECUTIVA

Presidencia
Alma Palau Ferré

Vicepresidencia I
M^a José Ibáñez Rozas

Vicepresidencia II
Manuel Moñino Gómez

Secretaría
Alba M^a Santaliestra Pasías

Vicesecretaría
Luis Frechoso Valenzuela

Tesorería
Alicia Salido Serrano

Vicetesorería
Eva M^a Pérez Genticó

PLENO

Representantes de los Colegios Profesionales
Mónica Herrero Martín (Aragón)
Manuel Moñino Gómez (Baleares)
Giuseppe Russolillo Femenías (Navarra)
Ingortze Zubietza Aurtenche (Euskadi)
Luis Frechoso (Asturias)
María González (Galicia)
Eva María Pérez Genticó (La Rioja)
Narelia Hoyos Pérez (Cantabria)

Presidenta de la Comisión Deontológica Nacional
Cleofé Pérez Portabella

Representantes de las Asociaciones Profesionales
Mónica Pérez García (Extremadura)

**Presidencia del Patronato de la Academia Española de
Nutrición y Dietética**
Giuseppe Russolillo Femenías

Fundación Academia Española de Nutrición y Dietética: C/ Luis Morondo, 4 • Oficina 5 • 31006 Pamplona (España).

La licencia de esta obra le permite compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra bajo las condiciones de correcta atribución, debiendo reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra). La Fundación Academia Española de Nutrición y Dietética se opone de forma expresa mediante esta licencia al uso parcial o total de los contenidos de la Revista Española de Nutrición Humana y Dietética para fines comerciales.

La licencia permite obras derivadas, permitiendo alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Más información: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_ES

La Fundación Academia Española de Nutrición y Dietética no tendrá responsabilidad alguna por las lesiones y/o daños sobre personas o bienes que sean el resultado de presuntas declaraciones difamatorias, violaciones de derechos de propiedad intelectual, industrial o privacidad, responsabilidad por producto o negligencia. Tampoco asumirán responsabilidad alguna por la aplicación o utilización de los métodos, productos, instrucciones o ideas descritos en el presente material. En particular, se recomienda realizar una verificación independiente de los diagnósticos y de las aplicaciones terapéuticas.

Suscripción anual:
Formato online: gratuito (open access).

Protección de datos:
Fundación Academia Española de Nutrición y Dietética, declara cumplir lo dispuesto por la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Correo electrónico: j.manager@renhyd.org
Depósito legal: B-17288-2011
ISSN (print): 2173-1292 • ISSN (online): 2174-5145

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



Volumen 28 • Número 2 • Abril - Junio 2024

www.renhyd.org

SUMARIO

EDITORIAL

Ambientes alimentarios en el hogar: un área de oportunidad para la investigación y la intervención en nutrición y dietética en adultos y personas mayores

Claudia Troncoso-Pantoja, Fanny Petermann-Rocha, Macarena Lozano-Lorca, Ashuin Kammar-García, Patricio Pérez-Armijo, Manuel Reig García-Galbis, Evelia Apolinar-Jiménez, Tania Fernández Villa, Amparo Gamero, Alberto Pérez-López, Edgar Pérez-Esteve, Joel Girón-Hernández, Rafael Almendra-Pegueros

págs. 82 - 84

INVESTIGACIONES

La fluoxetina reduce la fuerza, potencia y resistencia muscular, especialmente cuando se ingiere junto con cafeína: un estudio de caso

Juan Jesús Montalvo-Alonso, Carmen Ferragut, Sara Rodríguez-Martín, David Valadés, Alberto Pérez-López

págs. 85 - 92

Determinación del índice glucémico en pan blanco enriquecido con masa de yuca fermentada con *Lactobacillus plantarum* en voluntarios aparentemente saludables

R Marisol Martínez, Mario Cruz, Araceli Loredó-Treviño, José Luis Martínez-Hernández, Aurora Garza, Ruth Belmares

págs. 93 - 101

El efecto de la educación nutricional de ocho semanas sobre el conocimiento nutricional, la alfabetización nutricional y la dieta mediterránea en adolescentes turcos

Gökçe Ünal, Aslı Uçar

págs. 102 - 111

Sociodemografía, hábitos de juego, adherencia al patrón dietético mediterráneo, ingesta de suplementos dietéticos, nivel de actividad física y grado de trastorno del juego en Internet de jugadores de ajedrez portugueses

Fernando J Ribeiro, Rui Poínhos

págs. 112 - 123

Correlación entre CUN-BAE, índice de masa corporal y circunferencia de cintura en adultos chilenos: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017

Miquel Martorell, Danae Barrientos, Karina Ramírez-Alarcón, Gabriela Nazar, Claudia Troncoso-Pantoja, Yeny Concha-Cisternas, Felipe Díaz-Toro, Ana María Leiva, Solange Parra-Soto, Fanny Petermann-Rocha, Carlos Celis-Morales, Ana María Labraña, (en representación del grupo de investigación ELHOC)

págs. 124 - 134

Consumo de alimentos ultraprocesados y relación con la excreción de sodio y potasio: un estudio transversal

Inês Anjos, Tânia Silva-Santos, Pedro Moreira, Patrícia Padrão, Olivia Pinho, Carla Gonçalves

págs. 135 - 144

Evaluación nutricional y sensorial de dos panes funcionales adicionados con lactosuero y harina de malanga en niños

Andrés Rivera-Olivera, Lili K Ochoa-Mandujano, Luis A Gutiérrez-Mendez, Leonor Onofre-Chacón, Veymar G Tacias-Pascacio, Gilber Vela-Gutiérrez

págs. 145 - 154

Situación epidemiológica de la salmonelosis en España en el periodo prepandémico (2013-2019)

Alberto Carbajo Otero, Inmaculada León Gómez, Matilde Desirée Pereboom Maicas, María del Carmen Varela Martínez

págs. 155 - 165

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



www.renhyd.org

Volume 28 • Issue 2 • April - June 2024

CONTENTS

EDITORIAL

Home Food Environment: an opportunity for research and intervention in nutrition and dietetics in adults and the elderly

Claudia Troncoso-Pantoja, Fanny Petermann-Rocha, Macarena Lozano-Lorca, Ashuin Kammar-García, Patricio Pérez-Armijo, Manuel Reig García-Galbis, Evelia Apolinar-Jiménez, Tania Fernández Villa, Amparo Gamero, Alberto Pérez-López, Edgar Pérez-Esteve, Joel Girón-Hernández, Rafael Almendra-Pegueros

págs. 82 - 84

INVESTIGATIONS

Fluoxetine impairs muscular strength, power and endurance performance particularly when it is co-ingested with caffeine: a case study

Juan Jesús Montalvo-Alonso, Carmen Ferragut, Sara Rodríguez-Martín, David Valadés, Alberto Pérez-López

págs. 85 - 92

Assessment of the glycemic index in a white bread enriched with fermented cassava dough using *Lactobacillus plantarum* in apparently healthy volunteers

R Marisol Martínez, Mario Cruz, Araceli Loredó-Treviño, José Luis Martínez-Hernández, Aurora Garza, Ruth Belmares

págs. 93 - 101

The effect of eight-week nutrition education on nutrition knowledge, nutrition literacy, and Mediterranean diet in Turkish adolescents

Gökçe Ünal, Aslı Uçar

págs. 102 - 111

Sociodemographics, playing habits, adherence to the Mediterranean dietary pattern, dietary supplements intake, physical activity level, and degree of Internet gaming disorder of Portuguese chess players

Fernando J Ribeiro, Rui Poínhos

págs. 112 - 123

Correlation between CUN-BAE, Body Mass Index, and Waist Circumference in Chilean Adults: Analysis of data from the 2016-17 Chilean National Health Survey

Miquel Martorell, Danahe Barrientos, Karina Ramírez-Alarcón, Gabriela Nazar, Claudia Troncoso-Pantoja, Yeny Concha-Cisternas, Felipe Díaz-Toro, Ana María Leiva, Solange Parra-Soto, Fanny Petermann-Rocha, Carlos Celis-Morales, Ana María Labraña, (en representación del grupo de investigación ELHOC)

págs. 124 - 134

Consumption of ultra-processed foods and relationship with sodium and potassium excretion: a cross-sectional study

Inês Anjos, Tânia Silva-Santos, Pedro Moreira, Patrícia Padrão, Olivia Pinho, Carla Gonçalves

págs. 135 - 144

Nutritional and sensory evaluation of two functional brands added with malanga flour and whey in children

Andrés Rivera-Olvera, Lili K Ochoa-Mandujano, Luis A Gutiérrez-Mendez, Leonor Onofre-Chacón, Veymar G Tacias-Pascacio, Gilber Vela-Gutiérrez

págs. 145 - 154

Epidemiological pre-pandemic situation of salmonellosis in Spain between the years 2013-2019

Alberto Carbaño Otero, Inmaculada León Gómez, Matilde Desirée Pereboom Maicas, María del Carmen Varela Martínez

págs. 155 - 165

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



EDITORIAL

Ambientes alimentarios en el hogar: un área de oportunidad para la investigación y la intervención en nutrición y dietética en adultos y personas mayores

Claudia Troncoso-Pantoja^a, Fanny Petermann-Rocha^{b,c}, Macarena Lozano-Lorca^{d,e,f}, Ashuin Kammar-García^g, Patricio Pérez-Armijo^h, Manuel Reig García-Galbis^h, Evelia Apolinar-Jiménezⁱ, Tania Fernández Villa^{f,j}, Amparo Gamero^k, Alberto Pérez-López^l, Édgar Pérez-Esteve^m, Joel Girón-Hernándezⁿ, Rafael Almendra-Pegueros^{o,*}

^a Centro de Investigación en Educación y Desarrollo (CIEDE-UCSC), Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

^b Centro de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

^c School of Cardiovascular and Metabolic Health, University of Glasgow, United Kingdom.

^d Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud de Melilla, Universidad de Granada, Melilla, España.

^e Instituto de Investigación Biosanitaria ibs.GRANADA, Granada, España.

^f Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid, España.

^g Dirección de Investigación, Instituto Nacional de Geriátrica, Ciudad de México, México.

^h Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Isabel I, Burgos, España.

ⁱ Servicios de Salud para el Bienestar del Instituto Mexicano del Seguro Social para el Bienestar (IMSS-Bienestar), Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, León, Guanajuato, México.

^j Grupo de Investigación en Interacciones Gen-Ambiente y Salud (GIIGAS) / Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, León, España.

^k Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación, Universitat de València, Valencia, España.

^l Departamento de Ciencias Biomédicas, Área de Educación Física y Deportiva, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Alcalá, Madrid, España.

^m Instituto de Ingeniería de Alimentos FoodUPV, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

ⁿ Department of Applied Sciences, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Newcastle Upon Tyne, United Kingdom.

^o Institut de Recerca Sant Pau (IR SANT PAU), Barcelona, España.

*ralmendra@santpau.cat

Editor Asignado: Rafael Almendra-Pegueros. Institut de Recerca Sant Pau (IR SANT PAU), Barcelona, España.

Recibido el 2 de junio de 2023; aceptado el 2 de junio de 2024; publicado el 30 de junio de 2024.

CITA

Troncoso-Pantoja C, Petermann-Rocha F, Lozano-Lorca M, Kammar-García A, Pérez-Armijo P, Reig García-Galbis M, Apolinar-Jiménez E, Fernández Villa T, Gamero A, Pérez-López A, Pérez-Esteve É, Girón-Hernández J, Almendra-Pegueros R. Ambientes alimentarios en el hogar: un área de oportunidad para la investigación y la intervención en nutrición y dietética en adultos y personas mayores. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 82-4.

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2226>



Cualquiera de las formas de malnutrición (sobrepeso/obesidad y desnutrición) se asocian con desenlaces adversos de salud en el ciclo vital. Del año 1990 al 2022 se ha incrementado la doble carga de la malnutrición en todo el mundo; la prevalencia de sobrepeso/obesidad se encuentra al alza en todo el mundo, y la desnutrición se mantiene como un problema importante de salud pública en países del sur de Asia, África y Latinoamérica, siendo este el escenario descrito en la transición epidemiológica-nutricional^{1,2}. Es por ello, que la investigación e implementación de nuevas estrategias para el control de las diversas formas de malnutrición es una necesidad.

Los cambios experimentados en el sistema alimentario actual, que facilita la producción, distribución, venta y consumo de productos ultraprocesados (PUP) hiperpalatables, caracterizados por su alto contenido añadido de sodio, azúcares, grasa saturada y harinas refinadas han sido el mayor contribuyente al incremento de la malnutrición². En este proceso, las estrategias de mercadotecnia y publicidad (promoción de alimentos por medios tradicionales y digitales, promociones de reducción precios en compras de envases con raciones más grandes y otras estrategias de lealtad) han desarrollado un papel importante, incrementando la demanda de PUP³. Estas interrelaciones observadas entre el Sistema Alimentario (SA), las estrategias de mercadotecnia y el consumo de PUP es el eje central de lo entendido como ambiente alimentario.

El ambiente alimentario se define como el espacio físico, económico, político y el contexto sociocultural en el que los consumidores interactúan con el SA para el consumo de alimentos. Estas interacciones se realizan teniendo como líneas transversales los ambientes personales, es decir el acceso económico a alimentos, conveniencia y gusto; así como los ambientes externos, entre los que destacan la disponibilidad y distribución de alimentos, precios, estrategias de mercadotecnia y publicidad, y las regulaciones de venta y/o distribución de alimentos. Debido a estas características, el ambiente alimentario es reconocido como un espacio crítico para implementar intervenciones que conduzcan a dietas más saludables y sostenibles⁴.

Intervenciones enfocadas al gran espacio físico del ambiente alimentario, como las regulaciones para la distribución de alimentos, localización de tiendas o puntos de venta, publicidad y mercadotecnia alimentaria, y mejoras en los sistemas de etiquetado de alimentos, han demostrado reducir el impacto adverso de los ambientes alimentarios en la calidad dietética y los patrones alimentarios sostenibles en todas las etapas del ciclo vital⁵.

Si bien, aunque el gran espacio físico del ambiente alimentario ha demostrado influir en los patrones dietéticos de la población, no se debe dejar de lado otras dimensiones del ambiente alimentario que resultan de las interacciones de elementos personales como es el ambiente alimentario del hogar. La definición de am-

biente alimentario del hogar se comparte con la conceptualización global de ambiente alimentario, teniendo como diferencia la limitación del espacio físico donde suceden las interrelaciones que influyen en el proceso alimentario^{6,6}.

El estudio del ambiente alimentario del hogar ha evolucionado a la par de la evidencia que reconocía la interacción de diversos elementos en las decisiones alimentarias. Ejemplo de ello son las herramientas de evaluación del ambiente alimentario. Las primeras de estas herramientas, basadas en un modelo de inventarios, tenían como objetivo caracterizar los alimentos que se encontraban en el hogar, y evaluar su calidad nutricional. Al expandirse la conceptualización de ambientes alimentarios y la interacción de ambientes de mayor escala sobre los personales, estas herramientas no lograron capturar la información completa del fenómeno. Por ello, en la actualidad, la evaluación de los ambientes alimentarios del hogar incluye la caracterización de los productos disponibles, motivos de compra, acceso económico y de distribución, situaciones culturales, religiosas, gustos personales, habilidades culinarias, estilo de vida, efecto de la mercadotecnia y publicidad, y otros factores claves del ambiente a gran escala^{7,8}.

Los cambios antes descritos también han impactado en el tipo de intervenciones que se realizan para la modificación del ambiente alimentario. Sin embargo, la mayor parte de la evidencia disponible sobre este ambiente y sus modificaciones han tenido como población objetivo a niños, niñas y adolescentes con sobrepeso u obesidad, dejando fuera otros grupos de edad como los adultos y personas mayores. Esto ha podido repercutir en un menor entendimiento de las barreras que el ambiente alimentario del hogar genera en otras poblaciones, y que les condiciona la calidad de la dieta así como identificación de intervenciones nutricionales que pudieran ser efectivas^{9,10}. En especial, en la población de personas mayores, quienes tienen una apreciada valoración afectiva y emocional a la alimentación en las inmediaciones del hogar, proceso que se encuentra condicionado a factores transversales como la seguridad alimentaria, el abastecimiento y acceso a los alimentos, número de integrantes del hogar, roles de género, estilo de vida, trabajo, el placer hedónico y de cuidado para el logro del bienestar que acompaña la alimentación en el hogar¹¹.

Es en esta línea, el comité editorial de la Revista Española de Nutrición Humana y Dietética (RENHyD), después de analizar los desafíos alimentarios para un mundo que envejece¹², hace un llamado a nuestros autores, revisores y lectores a realizar investigaciones que permitan explicar el ambiente alimentario del hogar de adultos y personas mayores, para proponer intervenciones nutricionales que modifiquen este ambiente personal dado su potencial para transformar las conductas alimentarias hacia hábitos más saludables y sostenibles, fundamentales para un envejecimiento saludable y un mayor cuidado del medio ambiente.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Todos/as los/as autores/as han leído, contribuido y aprobado la versión final de este artículo editorial.

FINANCIACIÓN

Los autores y las autoras expresan que no ha existido financiación para realizar este manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Todos/as los/as autores/as de este manuscrito son miembros del comité editorial de la RENHyD.

REFERENCIAS

- (1) Phelps NH, Singleton RK, Zhou B, Heap RA, Mishra A, Bennett JE, et al. Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2024; 403(10431): 1027-50. doi: 10.1016/S0140-6736(23)02750-2.
- (2) Popkin BM, Ng SW. The nutrition transition to a stage of high obesity and noncommunicable disease prevalence dominated by ultra-processed foods is not inevitable. *Obes Rev*. 2022; 23(1): e13366. doi: 10.1111/obr.13366.
- (3) Wood B, Williams O, Nagarajan V, Sacks G. Market strategies used by processed food manufacturers to increase and consolidate their power: a systematic review and document analysis. *Global Health*. 2021; 17(1): 17. doi: 10.1186/s12992-021-00667-7.
- (4) Drewnowski A, Monterrosa EC, de Pee S, Frongillo EA, Vandevijvere S. Shaping Physical, Economic, and Policy Components of the Food Environment to Create Sustainable Healthy Diets. *Food Nutr Bull*. 2020; 41(2 Suppl.): 74S-86S. doi: 10.1177/0379572120945904.
- (5) Mah CL, Luongo G, Hasdell R, Taylor NGA, Lo BK. A Systematic Review of the Effect of Retail Food Environment Interventions on Diet and Health with a Focus on the Enabling Role of Public Policies. *Curr Nutr Rep*. 2019; 8(4): 411-28. doi: 10.1007/s13668-019-00295-z.
- (6) Gallagher-Squires C, Isaacs A, Reynolds C, Coleman PC. Snacking practices from infancy to adolescence: parental perspectives from longitudinal lived experience research in England. *Proc Nutr Soc*. 2023; 15: 1-9. doi: 10.1017/S0029665123003592.
- (7) Nepper MJ, Chai W. Assessment of Home Food Environment among Healthy Weight and Overweight School-age Children. *Health Behav Policy Rev*. 2016; 3(6): 568-80. doi: 10.14485/HBPR.3.6.6.
- (8) Rosenkranz RR, Dziewaltowski DA. Model of the home food environment pertaining to childhood obesity. *Nutr Rev*. 2008; 66(3): 123-40. doi: 10.1111/j.1753-4887.2008.00017.x.
- (9) Kegler MC, Raskind IG, Bundy tT, Owolabi S, Veluswamy JK, Hernandez C, et al. Barriers to Creating Healthier Home Food Environments: Process Evaluation Results From 2 Home Food Environment Intervention Studies. *Fam Community Health*. 2022; 45(4): 247-56. doi: 10.1097/FCH.0000000000000335.
- (10) Kegler MC, Alcantara I, Haardörfer R, Gazmararian JA, Ballard D, Sabbs D. The Influence of Home Food Environments on Eating Behaviors of Overweight and Obese Women. *J Nutr Educ Behav*. 2014; 46(3): 188-96. doi: 10.1016/j.jneb.2014.01.001.
- (11) Whitelock E, Ensaff H. On Your Own: Older Adults' Food Choice and Dietary Habits. *Nutrients*. 2018; 10(4): 413. doi: 10.3390/nu10040413.
- (12) Petermann-Rocha F, Troncoso-Pantoja C, Gamero A, Pérez-Armijo P, Carrillo-Alvarez E, Daga R, et al. Desafíos alimentarios para un mundo que envejece. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2023; 27(3): 179-81. doi: 10.14306/renhyd.27.3.1975.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



RESEARCH ARTICLE

Fluoxetine impairs muscular strength, power and endurance performance particularly when it is co-ingested with caffeine: a case study

Juan Jesús Montalvo-Alonso^a, Carmen Ferragut^a, Sara Rodríguez-Martín^b, David Valadés^{a,#}, Alberto Pérez-López^{a,#,*}

^a Departamento de Ciencias Biomédicas, Área de Educación Física y Deportiva, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Alcalá, Madrid, España.

^b Departamento de Ciencias Biomédicas, Área de Farmacología, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Alcalá, Madrid, España.

Shared senior authorship.

*alberto.perezl@uah.es

Assigned Editor: Rafael Almendra-Pegueros. Institut de Recerca de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Sant Pau Biomedical Research Institute (IIB Sant Pau). Barcelona, España.

Received: 10/12/2023; Accepted: 01/25/2024; Published: 03/14/2024.

KEYWORDS

Depression;
Fluoxetine;
Caffeine;
Resistance Training;
Sport performance;
Case Report.

➤ **Fluoxetine impairs muscular strength, power and endurance performance particularly when it is co-ingested with caffeine: a case study**

ABSTRACT

Introduction: Fluoxetine is a recurrent pharmacotherapy for depression used in athletes since it does not seem to impair sports performance. Some athletes combine this drug with caffeine, however, the combined effect of both drugs remains to be elucidated. This study aimed to explore the combined effect of fluoxetine and caffeine on muscular strength, power, and endurance performance.

Methodology: In this case study, a resistance-trained female was recruited to complete four randomized experimental conditions: a) placebo (PLA); b) placebo and fluoxetine (PLA+FLU); c) caffeine (CAF); d) caffeine and fluoxetine (CAF+FLU). The participant was provided with 20 mg/day of fluoxetine and 3 mg/kg of body mass of caffeine or maltodextrin (placebo) 60 minutes after performing the tests. The participant performed for bench press and back squat exercises a muscular strength and power test at 25%, 50%, 75% and 90%1-repetition-maximum (1RM), followed by a muscular endurance assessment at 65% and 85%1RM.

Results: CAF+FLU reduced mean velocity and power output in both exercises at 75% and 90%1RM in muscular strength and power tests and at 85%1RM in the muscular endurance test. While PLA+FLU and CAF+FLU administration reduced peak velocity and mean and peak power output at 25%1RM in the muscular strength and power test and at 65%1RM in the muscular endurance test.

Conclusions: Fluoxetine may counteract the ergogenic effect of caffeine impairing muscular strength, power and endurance performance. Therefore, although further studies are needed, athletes diagnosed with depression on fluoxetine treatment should reconsider caffeine consumption as a nutritional supplement to enhance performance.



PALABRAS CLAVE

Depresión;
Fluoxetina;
Cafeína;
Entrenamiento de fuerza;
Rendimiento Deportivo;
Estudio de Caso.

➤ **La fluoxetina reduce la fuerza, potencia y resistencia muscular, especialmente cuando se ingiere junto con cafeína: un estudio de caso**

RESUMEN

Introducción: La fluoxetina es un fármaco utilizado para la depresión especialmente en deportistas ya que parece no alterar el rendimiento deportivo. Algunos atletas combinan este fármaco con cafeína, sin embargo, el efecto combinado de ambas drogas se desconoce. Este estudio tuvo por objetivo explorar el efecto combinado de fluoxetina y cafeína sobre el rendimiento de fuerza, potencia y resistencia muscular.

Metodología: En este estudio de caso, una mujer entrenada en fuerza realizó cuatro condiciones experimentales: a) placebo (PLA); b) placebo y fluoxetina (PLA+FLU); c) cafeína (CAF); d) cafeína y fluoxetina (CAF+FLU). La participante ingirió 20 mg/día de fluoxetina y 3 g/kg de masa corporal de cafeína o placebo (maltodextrina), 60 minutos antes de realizar los test. La participante realizó un test de fuerza y potencia muscular al 25%, 50%, 75% y 90% de 1-repetición-máxima (1RM), seguido de un test de resistencia muscular al 65% y 85% de 1RM, en ambos casos para los ejercicios de *press* de banca y sentadilla.

Resultados: CAF+FLU redujo la velocidad y potencia media en *press* de banca y sentadilla al 75% y 90% de 1RM en el test de fuerza y potencia muscular, y al 85% en el test de resistencia muscular. Mientras que la administración de PLA+FLU y CAF+FLU redujo el pico de velocidad y potencia al 25% de 1RM en fuerza y potencia muscular y al 65% de 1RM en resistencia muscular.

Conclusiones: La fluoxetina contrarresta el efecto ergogénico de la cafeína sobre la fuerza, potencia y resistencia muscular. Por tanto, aunque más estudios son necesarios, los atletas diagnosticados con depresión bajo tratamiento de fluoxetina deberían reconsiderar el uso de cafeína como suplemento nutricional para mejorar el rendimiento.

KEY MESSAGES

1. Fluoxetine is a commonly used drug to treat depression in athletes since it does not seem to alter sports performance.
2. During competition, some athletes are under fluoxetine treatment, combining this drug with caffeine intake to enhance their performance.
3. Fluoxetine intake reduced muscular strength, power and endurance performance.
4. Fluoxetine intake counteracted the ergogenic effect of caffeine on muscular strength, power, and endurance performance.
5. Athletes diagnosed with depression under fluoxetine treatment should reconsider the use of caffeine as a performance-enhancing nutritional supplement.

CITATION

Montalvo-Alonso JJ, Ferragut C, Rodríguez-Martín S, Valadés D, Pérez-López A. Fluoxetine impairs muscular strength, power and endurance performance particularly when it is co-ingested with caffeine: a case study. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 85-92.
doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2047>

INTRODUCTION

It is estimated that there are around 350 million people worldwide suffering from depressive disorders¹. Elite and even recreational athletes are also exposed to suffer this disease; in fact, the prevalence of depression among athletes is high due to several risk factors such as injuries, career termination, decline in performance, catastrophic performance or even as a consequence of COVID-19 pandemic lockdown², observing a more pronounced prevalence in individual sports compared to team sport athletes³. Several pharmacotherapies have been developed to treat depression (e.g., Venlafaxine, Imipramine or Fluoxetine). Among them, fluoxetine is a selective serotonin reuptake inhibitor that facilitates neurogenesis in the dentate gyrus of the hippocampus, stimulation required for learning and memory improvement, which counteracts depression⁴. In athletes, fluoxetine is one of the preferred depression treatment drugs since it seems to not improve or impair performance during training or competitions⁵.

The case of Simone Biles during the Olympic Games of Tokyo 2020 revealed that some athletes could compete suffering from depression and even being treated with anti-depressant drugs (e.g., fluoxetine). During the course of depression treatment, some athletes draw on nutritional supplementation with ergogenic effects during training or competitions to improve or maintain performance. Caffeine (1,3,7 trimethylxanthine) is one of the most recurred nutritional supplements consumed by athletes of different sports modalities and levels of expertise since this substance improves performance in a myriad of exercise modes⁶. Particularly, caffeine enhances muscular strength, power and endurance performance increasing mean and peak velocities⁷.

However, the interaction between anti-depressive drugs (e.g., fluoxetine) and nutritional supplements (e.g., caffeine) has not been explored in the sport performance context. Therefore, this case study aimed to examine the combined effect of fluoxetine and caffeine administration on upper and lower-limb muscular strength, power and endurance performances at different loads. We hypothesized that the ergogenic effect of caffeine would be amplified when it is co-ingested with fluoxetine by retarding caffeine metabolism.

METHODOLOGY

A full description of the experimental design and procedure has been previously published⁸.

Participant information

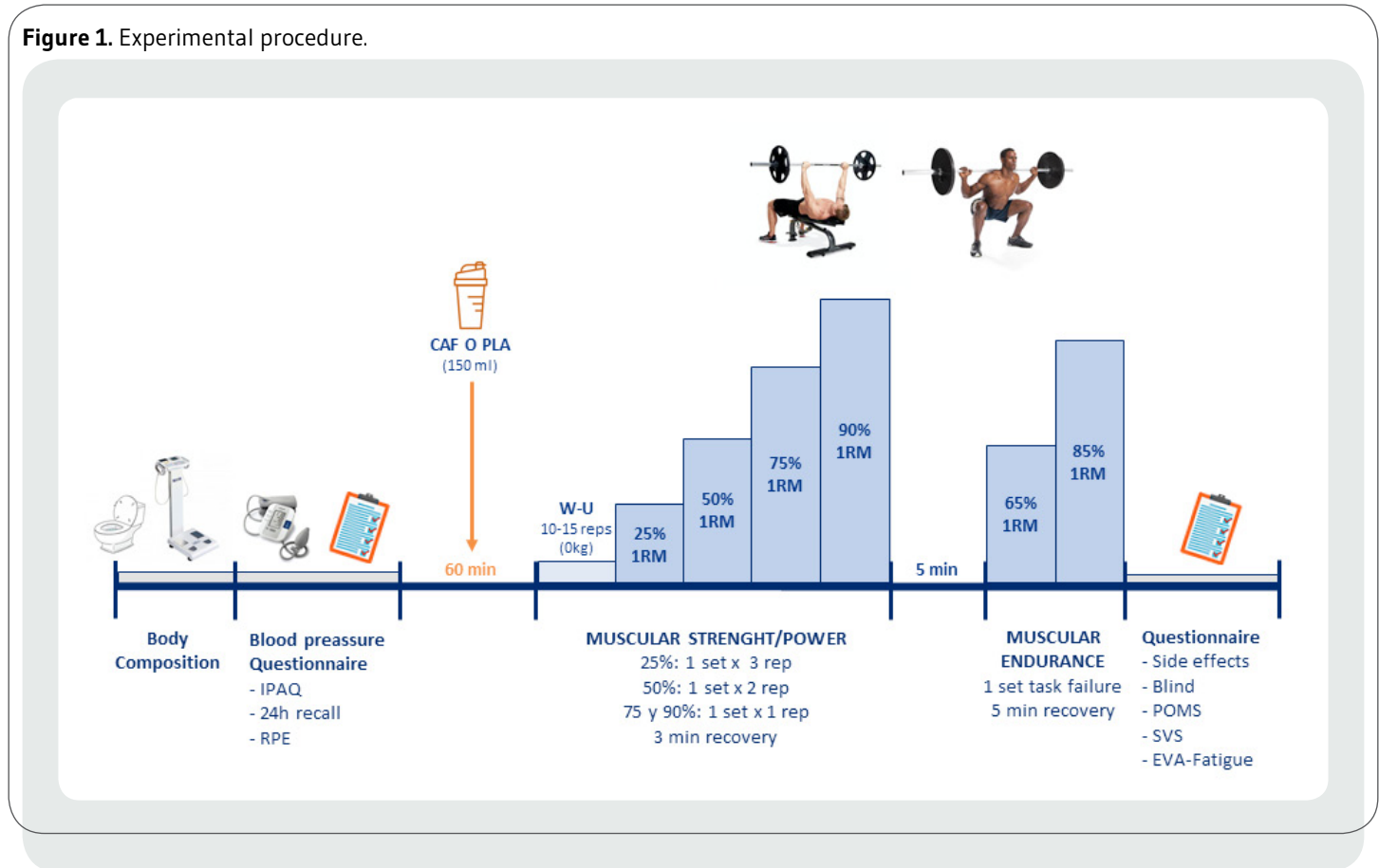
A female participant (aged: 25 yr; body mass: 56.7 kg; fat mass: 13.4 kg) was recruited for this investigation. The participant was diagnosed with depression by a medical doctor who prescribed fluoxetine (Adofen, Ferrer group, Spain) to treat this medical illness. No other medication or drug was prescribed as part of the pharmacotherapy treatment, and the participant did not consume any other substance that may affect neuromuscular performance, the metabolism or bioavailability of caffeine. The inclusion/exclusion criteria can be found elsewhere⁸. The participant reported the following dietary habits: a) Protein/CHO/Fat: 18/61/21 %, b) Caffeine intake: 90 mg/day; and physical activity habits: a) Training experience: 3 years, b) Upper and lower-body training: 3 days each body part/week, c) Bench press 1RM: 67.5 kg, d) Back squat 1RM: 117,5 kg.

Before study enrolment, all procedures, potential risks or discomfort associated with the experiments were explained to the participant, who then gave their written informed consent. Ethical approval was obtained through the Ethics Committee of Investigation and Animal Experimentation from the University of Alcalá as part of a greater investigation (CEIP/HU/2021/1/006) in accordance with the latest version of the Declaration of Helsinki.

Experimental design and procedure

A cross-over and randomized experimental design was used in this case study. The detailed version of the experimental design and procedure can be found elsewhere⁸. Nonetheless, we describe this section here in brief. The participant reported to the laboratory (044.01.047.0) of the Faculty of Medicine and Health Sciences on five separate occasions. The participant underwent preliminary dietary and physical activity habits and body composition assessments during visit one. Besides, this first visit included a familiarization session where a personal trainer evaluated bench press and back squat exercises and their one-repetition maximum (1RM) for both exercises was obtained.

During visits two to five (Figure 1), the athlete reported to the laboratory at the same time of day (\pm 30 minutes) and participated in four trials separated by at least 72h to allow a complete recovery and washout period. The participant was assigned to four conditions: a) PLA, 3 mg/kg of body mass of placebo (maltodextrin, HSN, Granada, Spain); b) PLA+FLU, 20 mg/day of fluoxetine (Adofen, Ferrer group, Spain); c) CAF, 3 mg/kg of body mass of caffeine (HSN, Granada, Spain); d) CAF+FLU. The order of the trials was randomized (www.randomized.org). An external researcher was uncharged with elaborating an alphanumeric code assigned to the participant and trial beverages to blind the participant and researchers during the trials.

Figure 1. Experimental procedure.

After 60 minutes of supplements intake, were body composition, physical activity and dietary habits were controlled (Figure 1), the athlete performed muscular strength and power assessment for bench press and back squat exercise at 25%, 50%, 75% and 90% 1-repetition-maximum (1RM), followed by muscular endurance assessment for both exercises at 65% and 85% 1RM using a Smith machine (Multipower, Technogym, Spain) and a linear transducer (Encoder, Chronojump Boscossystem, Italy).

RESULTS

No differences in PLA, PLA+FLU, CAF or CAF+FLU were found for body composition, dietary and physical activity habits. The participant correctly guessed the caffeine ingestion in one of the two trials in which this supplement was ingested. Finally, no mood, adverse or side-effect was reported by the participant, who completed and tolerated the tests without any other related problems.

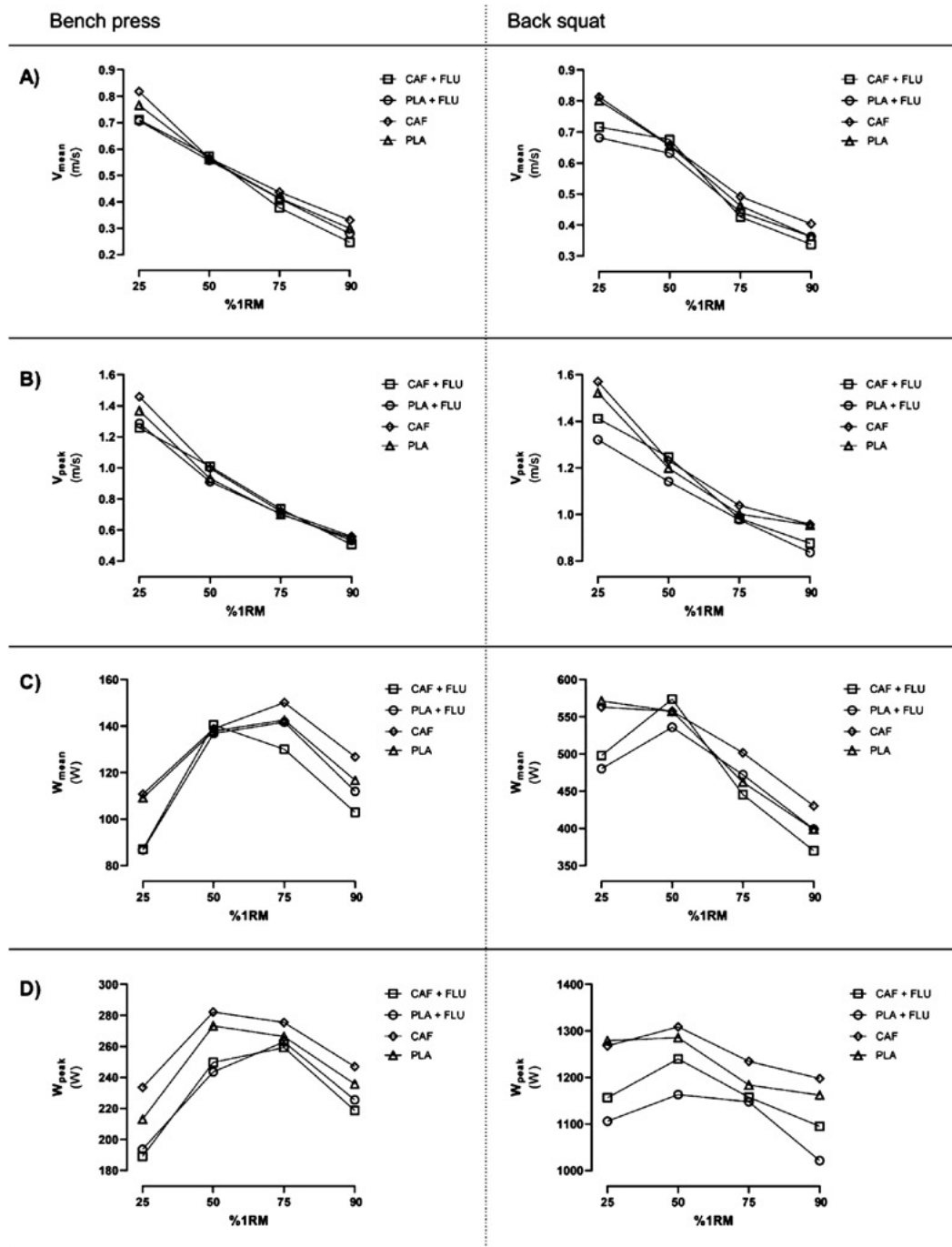
Muscular strength, power and endurance

Figure 2 illustrates differences in muscular strength and power among CAF+FLU, PLA+FLU, CAF and PLA trials. In mean velocity (V_{mean}), CAF+FLU reduced performance from -13 to -25% compared to CAF and from -5 to -15% compared to PLA+FLU and PLA trials in the bench press and back squat exercises at 75% and 90% 1RM. While FLU administration (CAF+FLU and PLA+FLU) showed a -6 to -16% decrease in mean and peak velocity compared to placebo and caffeine in both exercise types at 25% 1RM.

Similarly, mean power output (W_{mean}), CAF+FLU reduced performance from -11 to -18% compared to CAF and from -5 to -11% compared to PLA+FLU and PLA trials in both exercises at 75% and 90% 1RM. While, FLU administration (CAF+FLU and PLA+FLU) showed a -8 to -21% decrease in mean and peak power output (W_{peak}) compared to placebo and caffeine in both exercise types at 25% 1RM.

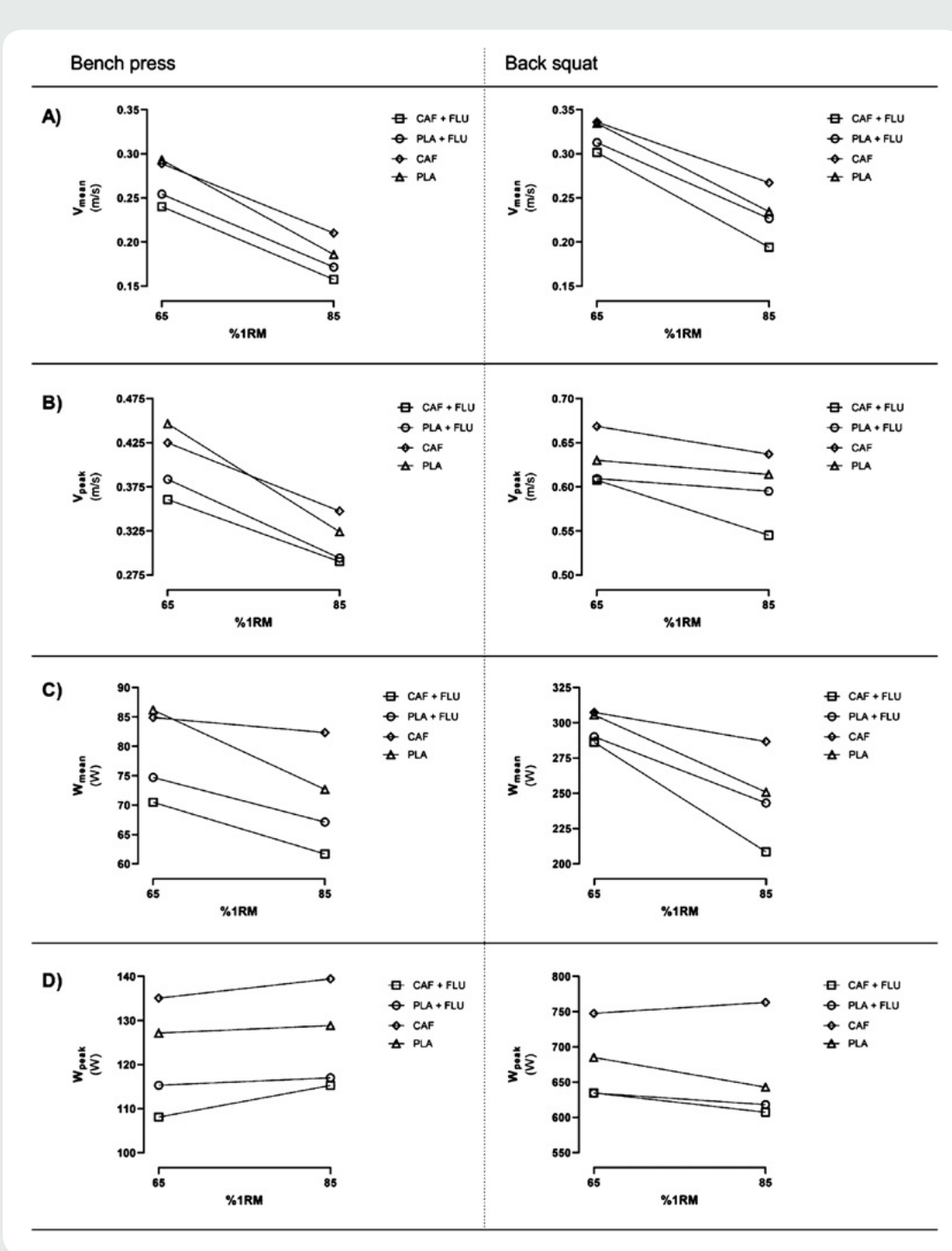
Figure 3 illustrates differences in muscular endurance among CAF+FLU, PLA+FLU, CAF and PLA trials. In V_{mean} and peak

Figure 2. Differences in muscular strength and power at different loads in bench press and back squat exercises among experimental conditions.



CAF: Caffeine; CAF+FLU: Caffeine and fluoxetine; PLA: Placebo; PLA+FLU: Placebo and fluoxetine; V_{mean}: Mean propulsive velocity; V_{peak}: Peak propulsive velocity; W_{mean}: Mean power output; W_{peak}: Peak power output.

Figure 3. Differences in muscular endurance at different loads in bench press and back squat exercises among experimental conditions.



CAF: Caffeine; CAF+FLU: Caffeine and fluoxetine; PLA: Placebo; PLA+FLU: Placebo and fluoxetine; V_{mean} : Mean propulsive velocity; V_{peak} : Peak propulsive velocity; W_{mean} : Mean power output; W_{peak} : Peak power output.

propulsive velocity (V_{peak}), FLU administration (CAF+FLU and PLA+FLU) showed a -4 to -18% decrease compared to placebo and caffeine in both exercise types at 65% 1RM. While at 85%, CAF+FLU reduced V_{mean} and V_{peak} performance from -17 to -27% compared to CAF and from -7 to -18% compared to PLA+FLU and PLA trials in both exercises.

Similarly, in W_{mean} and W_{peak} , FLU administration (CAF+FLU and PLA+FLU) showed a -7 to -20% compared to placebo and caffeine at 65% 1RM. While, at 85% 1RM, CAF+FLU reduced W_{mean} and W_{peak} performance from -17 to -27% compared to CAF and from -8 to -18% compared to PLA+FLU and PLA trials in both exercises.

DISCUSSION

The purpose of this case study was to evaluate the combined effect of fluoxetine and caffeine administration on upper and lower-limb muscular strength, power and endurance performance at different loads. In muscular strength and power tests, co-ingestion of caffeine and fluoxetine reduced mean velocity and power output at 75% and 90% 1RM performance in both bench press and squat exercises. While FLU administration reduced performance at peak velocity and mean and peak power output at 25% 1RM. Besides, in muscular endurance, fluoxetine administration reduced mean and peak velocity and power output at 65% 1RM, while at 85% 1RM, co-ingestion of caffeine and fluoxetine reduced performance compared to the remaining three trials.

In contrast to what was hypothesized, these results suggest that co-ingestion of caffeine and fluoxetine mitigates the ergogenic effect of caffeine and reduces performance compared to placebo and fluoxetine conditions, particularly at high-load (>75% 1RM). Caffeine is metabolized by the cytochrome P450 (CYP1) family enzymes in the liver⁹, whereas fluoxetine inhibits these enzymes¹⁰. Some studies carried out in animal models support this idea, finding no statistically significant increase in caffeine concentration when fluoxetine + saline was compared to fluoxetine + caffeine intake (404 vs 435 ng/mL) and also an enhanced the antidepressant-like activity of fluoxetine¹¹. Altogether, the capacity of fluoxetine to inhibit cytochrome P450 (CYP1) family enzymes¹⁰ and the no statistically significant increase in caffeine concentration after fluoxetine administration found in animal models¹¹, it may indicate that in humans, fluoxetine ingestion could prolong caffeine bioavailability in blood, and potentially enhancing the ergogenic effect of this nutritional supplement. Nevertheless, the pharmacokinetic interaction of caffeine and fluoxetine seems to cause a toxic effect¹², and in this case

study, it was found that the ingestion of caffeine and fluoxetine reduced muscular strength power and endurance performance. Thus, the interaction of both drugs could potentially provoking a central effect that reduces muscular velocity and power output, particularly when the exercise requires the mobilization of high-loads. However, future experimental studies are required to explore this idea.

This investigation presents two major limitations that must be acknowledged. Firstly, the study design. As a case study with a limited sample size (N=1), the results cannot be extrapolated to the entire population of patients under fluoxetine treatment. Secondly, caffeine and fluoxetine presence in blood have not been measured. This information would provide more information about the potential interaction between these substances.

CONCLUSIONS

In this case study, the administration of fluoxetine in a female recreationally-trained participant impaired the ergogenic effect caused by 3 mg/kg of caffeine on muscular strength, power, and endurance performance. Although further experimental studies are needed to explore the interaction between caffeine and fluoxetine, these results may indicate that athletes diagnosed with depression on fluoxetine treatment should be careful when using caffeine as a nutritional supplement to improve performance.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledge the commitment and dedication to the testing of the participant. Special thanks are given to Paola Gonzalo, Iván Ruiz and Samuel Játiva for their support during data collection.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

A.P.-L. conceived the experiment. C.F., D.V. and A.P.-L. designed the experiment. J.J.M.-A., C.F., D.V. and A.P.-L. collected the data. J.J.M.-A., C.F., S.R.-M., D.V. and A.P.-L. analysed and interpreted the data. J.J.M.-A., S.R.-M. and A.P.-L. drafted the manuscript. All authors read and approved the final version of the manuscript.

FUNDING

The authors declare that there has been no funding to carry out this study.

COMPETING INTERESTS

The authors state that there are no conflicts of interest in preparing the manuscript.

REFERENCES

- (1) Smith K. Mental health: A world of depression. *Nature*. 2014; 515(7526): 180-1. doi: 10.1038/515180a.
- (2) Wolanin A, Gross M, Hong E. Depression in athletes: prevalence and risk factors. *Curr Sports Med Rep*. 2015; 14(1): 56-60. doi: 10.1249/JSR.000000000000123.
- (3) Pluhar E, McCracken C, Griffith KL, Christino MA, Sugimoto D, Meehan WP. Team Sport Athletes May Be Less Likely To Suffer Anxiety or Depression than Individual Sport Athletes. *J Sports Sci Med*. 2019; 18(3): 490-6.
- (4) Micheli L, Ceccarelli M, D'Andrea G, Tirone F. Depression and adult neurogenesis: Positive effects of the antidepressant fluoxetine and of physical exercise. *Brain Res Bull*. 2018; 143: 181-93. doi: 10.1016/j.brainresbull.2018.09.002.
- (5) Meeusen R, Piacentini MF, Van Den Eynde S, Magnus L, De Meirleir K. Exercise performance is not influenced by a 5-HT reuptake inhibitor. *Int J Sports Med*. 2001; 22(5): 329-36. doi: 10.1055/s-2001-15648.
- (6) Aguilar-Navarro M, Muñoz G, Salinero JJ, Muñoz-Guerra J, Fernández-Álvarez M, Plata MDM, et al. Urine Caffeine Concentration in Doping Control Samples from 2004 to 2015. *Nutrients*. 2019; 11(2): 286. doi: 10.3390/nu11020286.
- (7) Grgic J. Effects of Caffeine on Resistance Exercise: A Review of Recent Research. *Sports Med*. 2021; 51(11): 2281-98. doi: 10.1007/s40279-021-01521-x.
- (8) Ruiz-Fernández I, Valadés D, Dominguez R, Ferragut C, Pérez-López A. Load and muscle group size influence the ergogenic effect of acute caffeine intake in muscular strength, power and endurance. *Eur J Nutr*. 2023; 62(4): 1783-94. doi: 10.1007/s00394-023-03109-9.
- (9) Carrillo JA, Benitez J. Clinically significant pharmacokinetic interactions between dietary caffeine and medications. *Clin Pharmacokinet*. 2000; 39(2): 127-53. doi: 10.2165/00003088-200039020-00004.
- (10) Jeppesen U, Gram LF, Vistisen K, Loft S, Poulsen HE, Brøsen K. Dose-dependent inhibition of CYP1A2, CYP2C19 and CYP2D6 by citalopram, fluoxetine, fluvoxamine and paroxetine. *Eur J Clin Pharmacol*. 1996; 51(1): 73-8. doi: 10.1007/s002280050163.
- (11) Szopa A, Poleszak E, Wyska E, Serefko A, Wośko S, Wlaż A, et al. Caffeine enhances the antidepressant-like activity of common antidepressant drugs in the forced swim test in mice. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol*. 2016; 389(2): 211-21. doi: 10.1007/s00210-015-1189-z.
- (12) Jamal F, Durgam A, Aickareth G, Bajaj R, Mathews M. A Case of Caffeine Intolerance With Long-Term Use of Fluoxetine. *Prim Care Companion CNS Disord*. 2017; 19(3). doi: 10.4088/PCC.16I02045.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



RESEARCH ARTICLE

Assessment of the glycemic index in a white bread enriched with fermented cassava dough using *Lactobacillus plantarum* in apparently healthy volunteers

R Marisol Martínez^a, Mario Cruz^b, Araceli Loredó-Treviño^a, José Luis Martínez-Hernández^a, Aurora Garza^c, Ruth Belmares^{a,*}

^a Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

^b Departamento Ciencia y Tecnología en Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena Vista, Coahuila, México.

^c Departamento de Bioquímica y Medicina Molecular, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.

*ruthbelmares@uadec.edu.mx

Assigned Editor: Édgar Pérez Esteve. Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain.

Received: 10/18/2023; Accepted: 03/07/2024; Published: 05/21/2024.

KEYWORDS

Glycemic Index,
Cassava flour;
Bread;
Fermentation.

➤ Assessment of the glycemic index in a white bread enriched with fermented cassava dough using *Lactobacillus plantarum* in apparently healthy volunteers

ABSTRACT

Introduction: The substitution of wheat flour with cassava flour has resulted in high glycemic indices or products with low quality, while limited research on substitution with fermented dough has shown improved quality. Therefore, the aim of this research was to evaluate the In vivo glycemic index of a baked product supplemented with cassava dough fermented with lactic acid bacteria.

Methodology: Twenty-eight young adult students both genders participated, of whom 15 met the stipulated standards. Overall and by gender, the glycemic index of bread enriched to 20% with fermented cassava dough with glucose as standard was determined by capillary glycemia.

Results: There was a significant difference in the glycemic curve of bread against the standard. An average glycemic index of 40 ± 6.33 was obtained, classifying it as "Low", showing a different index between genders of 52 ± 8.21 in men and 36 ± 6.96 in women with no significant difference.

Conclusions: The use of fermented cassava dough as a partial substitution in wheat-based baked products is favorable for obtaining products with a lower glycemic index.

Funding: This research was supported by the CONACYT scholarship program in collaboration with the Universidad Autónoma de Coahuila, Faculty of Chemical Sciences, Departamento de Investigación en Alimentos, Functional Foods & Nutrition, with scholarship number 1082548. Additionally, support was provided by the Department of Food Science and Technology, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



PALABRAS CLAVE

Índice Glicémico;
Harina de Yuca,
Pan;
Fermentación.

➤ **Determinación del índice glucémico en pan blanco enriquecido con masa de yuca fermentada con *Lactobacillus plantarum* en voluntarios aparentemente saludables**

RESUMEN

Introducción: La sustitución de harina de trigo por harina de yuca ha resultado en índices glicémicos altos o productos con baja calidad, mientras que las limitadas investigaciones de sustitución con masa fermentada muestran una mejor calidad, por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar *in vivo* el índice glicémico de un producto horneado adicionado con masa de yuca fermentada con bacterias ácido-lácticas.

Metodología: Participaron 28 estudiantes adultos jóvenes de ambos sexos de los cuales se aceptaron 15 bajo los estándares estipulados. En conjunto y por género, se determinó por glicemia capilar el índice glicémico de un pan enriquecido al 20% con masa fermentada de yuca con glucosa como estándar.

Resultados: Se presentó diferencia significativa en la curva glicémica del pan contra el estándar. Se obtuvo $40 \pm 6,33$ de índice glicémico promedio en el pan clasificándolo como "Bajo", mostrando un índice muy diferente entre el género de $52 \pm 8,21$ en hombres y $36 \pm 6,96$ en mujeres sin diferencia significativa.

Conclusiones: El empleo de masa fermentada de harina de yuca como sustitución parcial en producto horneado a base de trigo es favorable en la obtención de productos con menor índice glicémico.

Financiación: Esta investigación fue financiada como parte del programa de becas CONACYT en conjunto con la Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Investigación de Alimentos, *Functional Foods & Nutrition*, con número de beca 1082548. Así como el Departamento de Ciencia y Tecnología en Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

KEY
MESSAGES

1. White bread with a 20% substitution of cassava flour fermented dough has a higher protein and lipid content, as well as a lower amount of carbohydrates in its nutritional composition than commercial bread.
2. The glycemic index of the white bread in the study on average is classified as low.
3. Although the classification of the index is maintained when analyzed by gender, variations occur, showing higher values in men than in women.
3. The use of sourdough based on cassava flour as a substitute is favorable for achieving a low glycemic index.

CITATION

Martínez RM, Cruz M, Loredó-Treviño A, Martínez-Hernández JL, Garza A, Belmares R. Assessment of the glycemic index in a white bread enriched with fermented cassava dough using *Lactobacillus plantarum* in apparently healthy volunteers. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 93-101.
doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2053>

INTRODUCTION

The glycemic index (GI) is defined as the comparison of the area under the glycemic response curve following the ingestion of a single food. The higher this index, the greater the ease and speed with which glucose from the food is digested and absorbed. Literature reveals that the consumption of low-GI foods provides health benefits; therefore, researchers seek to modify the GI of staple foods around the world, with bread being one of the most significant staple foods^{1,2}.

Bread is the most consumed cereal-based food worldwide, typically made from wheat flour (WF) with a GI ranging from moderate to high. However, the approach has emerged to use non-traditional flour sources that are resilient to changing climate conditions, are more cost-effective, and contribute to enhancing food security for the population. One such example is the use of cassava tubers^{3,4}.

Cassava or Manihot, is a high-yielding drought-resistant crop considered a staple food as it serves as a subsistence crop. Its use in the form of cassava flour (CF) has garnered interest due to its excellent stability, extraordinary thickening capacity, and lower retrogradation and gelatinization indices. Previously, the use of CF has been described as a partial substitute for baked products based on WF, Okafor *et al.* in 2018⁵, and its evaluation of GI in bar-type breads with different levels of substitution resulted in a GI range of 91-94, which is higher than the average. However, a viable approach related to reducing the GI and improving the properties of baked products is the fermentation of the dough⁶⁻⁸.

Fermentation of dough provides several benefits, including improvement in the aroma, flavor, texture, shelf life, an increase in short-chain essential fatty acids (SCFA) and a reduction in GI in the baked product^{9,10}. The use of non-traditional flour sources as a base in obtaining fermented dough as a partial substitute for recipes using WF can be encouraging for the innovation of staple products, making use of accessible and cost-effective crops. Therefore, the objective of this research was to evaluate the GI of a white bread with partial substitution of 20% CF sourdough to classify its impact on apparently healthy volunteers.

METHODOLOGY

This project underwent review by the institutional scientific ethics committee for scientific development at the Faculty of Chemical Sciences, *Universidad Autónoma de Coahuila*, and was approved under registration number TDCYTA-20-10-22-1. All volunteers

were informed of the protocol orally and through a printed informed consent in compliance with the Sanitary Control of Products and Services Regulation¹¹, the General Health Law Regulation on Health Research¹², as well as ISO 26642:2012¹³ pertaining to the protocol for determining the GI. This research employed a quantitative, non-experimental, and cross-sectional descriptive design.

Baked product

The food under study was a white bread with a 20% substitution of cassava fermented dough (CFD) fermented for 32 hours at 36 °C with *Lactobacillus plantarum*, which was obtained from the reservoir of microorganisms belonging to the Research Department of Food. The bread was obtained under a standard recipe (WF: 320 g, CFD: 80 g, milk: 250 mL, sugar: 15 g, salt: 7 g, unsalted butter: 50 g, instant dry yeast: 12 g) with three kneading cycles, including a 30-minutes rest period between kneading cycles to stimulate autolysis. Subsequently, a nutritional analysis was conducted to determine its bromatological profile: Moisture, ash content, fat content (Soxhlet), protein content (Kjeldahl/conversion factor 6.25), crude fiber content was determined according to the AOAC methods¹⁴; total carbohydrate content was determined by difference and Total Sugar Content by Phenol-Sulfuric Acid method described by DuBois¹⁵.

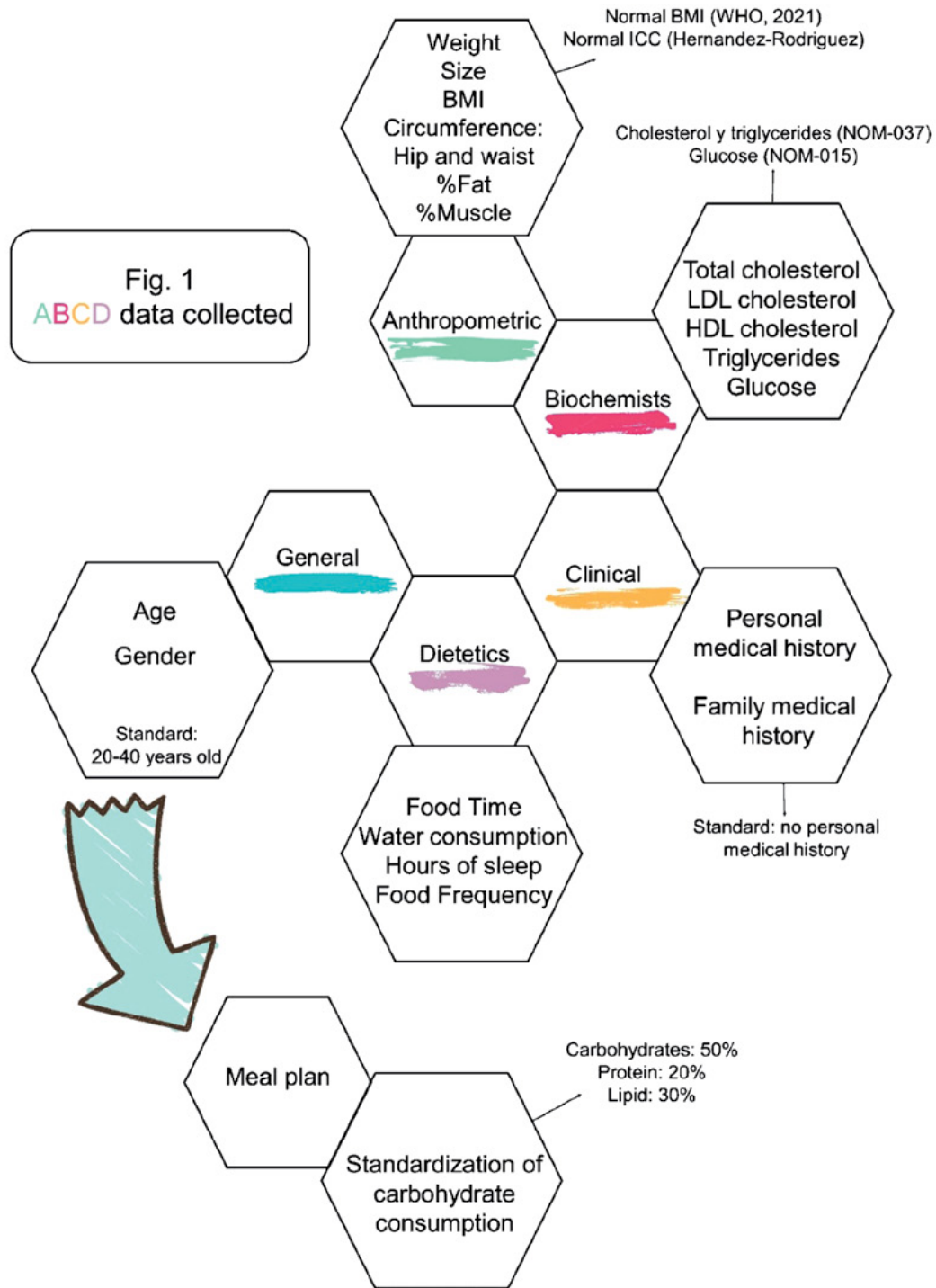
Volunteers

Due to the variability of GI influenced by several factors, of a total of 25 apparently healthy volunteers from the *Universidad Autónoma de Coahuila*, aged between 20 and 40 years, who participated in this study, only 18 volunteers were selected based on the acquisition and analysis of ABCD data shown in Figure 1. A SD Lipid Care® Analyzer (Brand: SD Biosensor, INC, Elaborado: Kana Undesa S.A. de C.V., México) was used to measure HDL cholesterol, LDL cholesterol, total cholesterol, total triglycerides, and capillary blood glucose levels. Following this, a brief questionnaire about lifestyle changes and physical activity was applied and a 2000 kcal dietary plan was implemented for five days to standardize carbohydrate consumption before the test. On three separate occasions, volunteers were requested to fast for 6-8 hours before each analysis.

GI evaluation

Following the protocol specified by FAO/WHO and ISO^{13,16}, capillary blood samples were taken to obtain glucose levels at 0, 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes after the consumption of the standard and white bread-cassava. Due to the variations that commercial white bread may have in its nutritional content (raw material and processes), a valued and stable oral glucose tolerance solution was selected to determine glucose

Figure 1. Data ABCD collected for volunteer selection.



tolerance (Brand: Glucox, Manufactured: Materiales y Abastos Especializados S.A. de C.V., Mexico). The GI was obtained using Equation [1]:

$$GI\% = \frac{IAUC \text{ bread}}{IAUC \text{ glucose}} * 100 \quad \text{Eq [1]}$$

Where:

IAUC= Incremental area under the blood glucose response curve.

Statistical analysis

The data obtained from the accepted volunteers for this study was divided into females (F), males (M), and total data (T) to conduct a more in-depth analysis of the collected data. All results are reported as mean values with standard deviation. To determine significant differences ($p < 0.05$), a means comparison was performed using the Tukey test at 95% confidence interval.

RESULTS

Enough white bread was made to use the same batch in all analyses. The nutritional composition of white bread with fermented cassava dough (mentioned as white bread-cassava in the following) are presented in Table 1, where a very different profile is observed from its commercial version (Protein: 8.2 g/100 g, Lipid: 3 g/100 g and Carbohydrates: 50.4 g/100 g¹⁷). Continuing with the analysis of glycemic index, the average age in this study was 27 years, with a predominance of female participants.

Table 1. Nutritional composition (mean±standard deviation) of white bread-cassava.

	g/100 g
Moisture	31.78±0.97
Ash	5.22±0.71
Lipids	10.38±0.02
Protein	15.17±0.5
Fiber	0.11±0.007
Total carbohydrates	37.34±0.86
Total sugars	9±0.85

Anthropometric results, in general, indicate a normal BMI (23.96±3.26 kg/m²). However, M (25.22±3.51 kg/m²) showed slightly abnormal values compared to F (23.61±3.23 kg/m²), primarily due to the average muscle percentage (F: 25.57±2.74%, M: 33.03±5.49%, T: 27.23±4.61%). Likewise, the waist-to-hip ratio (WHR) values fall within the normal range (0.78±0.06). On the other hand, the biochemical results are presented in Table 2, with values within the established standards. These data provide an overview of the volunteers' health status, classifying them as healthy and fit for this study.

Clinical and Dietary data reveal interesting insights. In the Personal medical history aspect, it is observed that 67% of the volunteers had experienced COVID-19, and 83% of them changed their habits due to the pandemic. In the Familiar medical history, 72% of the volunteers have family members with type 2 diabetes, 67% hypertension, 39% some type of cancer and 22% hypothyroidism. On the Dietary data, meal timings are quite similar (T: 3±1), and water intake is deficient (T: 1.8 L). In terms of sleep duration, F (8±1.4) sleep 2 hours more on average than M (6±0.5), categorizing them differently in terms of sleep patterns¹⁸. The Food frequency reported by the volunteers shows high consumption of both recommended and non-recommended foods according to the ENSANUT CONTINUA 2022 classification. The ABCD data collected and displayed encompass 18 volunteers who passed the biochemical phase and, therefore, had their data included in this part of the study's statistics.

Primarily, Figure 2 shows the increase in glycemia caused by glucose and white bread-cassava. This phase includes the final group of 15 volunteers who met the requirements on the days of the GI analysis. Each volunteer received a portion of 133.9±0.4 g of bread for the curve. We observed a lower increase in glucose with bread, with a much more prolonged and sustained decline, staying below reference values with glucose.

On the other hand, glucose exhibited an intermediate peak that gradually decreased, showing a significant difference from 30 to 60 minutes and again at 120 minutes. On average, a GI of 40 was obtained, classifying it as low, as shown in Table 3.

DISCUSSION

The volunteers present an adequate nutritional status, with a high prevalence of diseases in their family medical history and significant changes in their habits, including decreased physical activity and irregular sleep patterns. According to food frequency, the duality presented by the young individuals in their efforts to maintain a healthy lifestyle through good

Table 2. Biochemical data (mean±standard deviation) related to the previous health status of the volunteers.

	mg/dL	Female	Male	Total
Biochemical data	Triglycerides	90.7±51.6	127.8±39.3	98.9±50.6
	Total cholesterol	147±31.3	144.8±34.8	146.5±31.1
	LDL cholesterol	86.3±29	79±39.2	84.6±30.4
	HDL cholesterol	42.3±8.4	40.3±8.2	41.8±8.2
	Glucose	88.4±6.6	93±6.4	89.4±6.7

nutrition and the ease of obtaining ready-to-eat products that provide convenience and comfort are part of the new normal. Overall, the white bread-cassava is in the Low GI classification and this classification remains consistent when separating them by gender, despite variations that may be attributable to various factors, both modifiable and non-modifiable.

Fang *et al.*, 2023¹⁹, mentions that flour fermentation in general, reduces the GI of bread derived from the production of organic acids and from the important reduction in the digestibility of native starch, also explains that wheat breads with sourdough have low GI, and also mentions that sourdough type II (dough fermented with a starter culture) has advantages

Figure 2. Glycemic response following the ingestion of oral glucose and white bread-cassava.

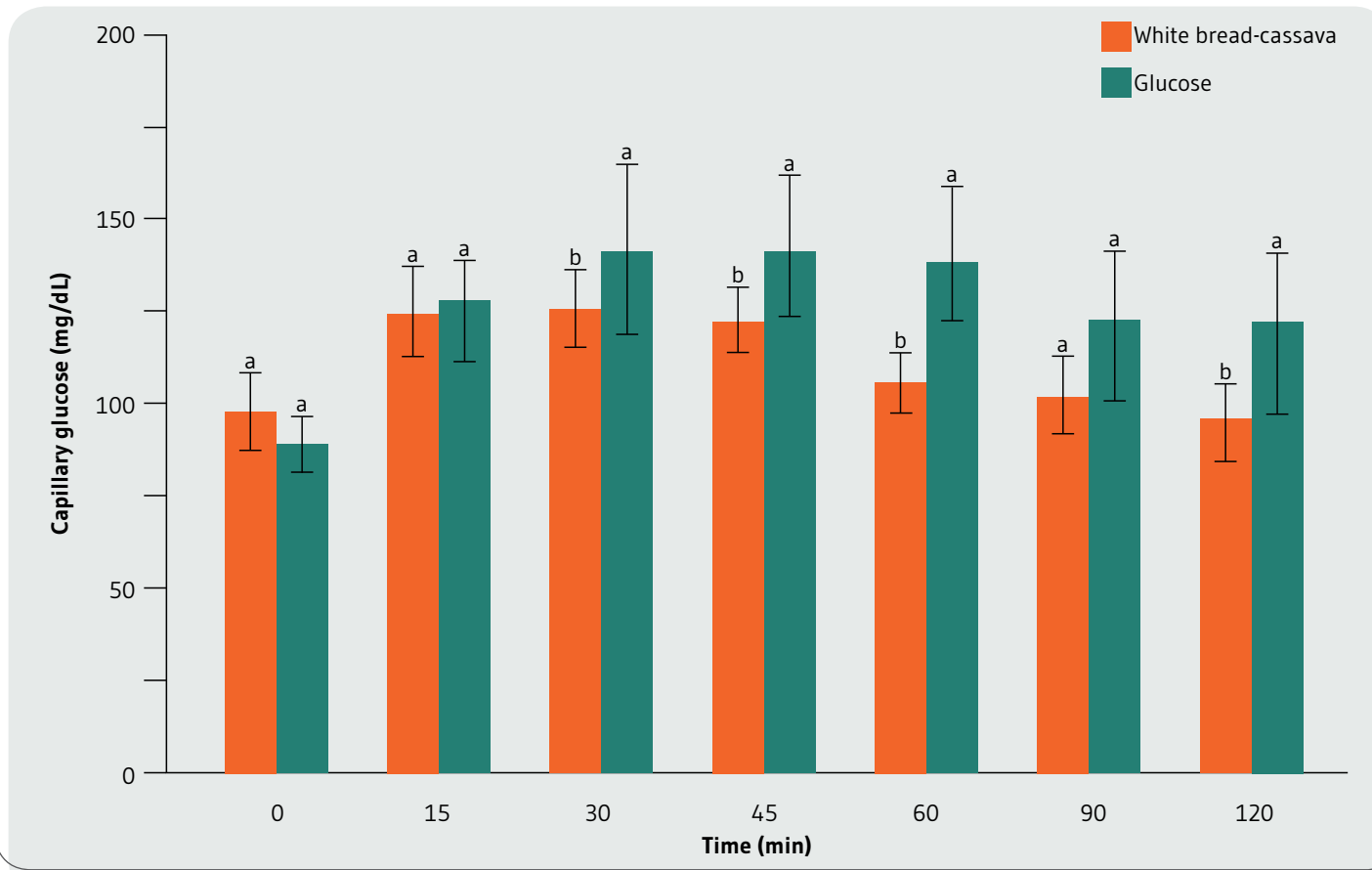


Table 3. GI of white bread-cassava.

	n	GI (Glucose=100 g)	Classification ¹
Male	4	52±8.21 ^a	Low
Female	11	36±6.96 ^a	Low
Total	15	40±6.33 ^a	Low

¹GI High: ≥70; GI Medium: 56 a 69; IG Low: ≤55.

Data are expressed as mean±standard deviation.

²Values with different letters within the same column are significantly different (p<0.05).

such as better control of fermentation parameters and better nutritional properties. Garrido-Galand *et al.*, 2021²⁰, concluded that fermenting legume flour enhances techno-functional properties, while fermenting cereal flour increase antioxidant properties. Dough fermentation endows desirable nutritional and rheological properties to baked products, notable properties in cassava-white bread.

Oyeyinka *et al.*, 2020²¹, mentioned that fermentation in cassava is used to improve its functionality, being acid-lactic bacteria responsible for these processes. Longoria *et al.*, 2020³, conducted a study using cassava dough fermented with *L. casei*, concluding that fermentation in short periods improves the rheological properties of non-traditional flour-based products. Penido *et al.*, 2018²², concluded that in spontaneous fermentations with bitter cassava, acid-lactic bacteria prevail throughout the process, being *L. plantarum* one of the species present and with better performance as starter culture. For this reason, selecting *L. plantarum*, a positive change in the composition of the bread was expected and this is demonstrated in its nutritional profile, very different from traditional white bread.

Is evident that the quality and quantity of carbohydrates in the food are crucial in determining the GI. Additionally, the interactions that starch has with other components affect its availability. Luhovyy *et al.*, 2022²³, explain that 7 to 10 grams of protein are required to observe a hypoglycemic effect, of course it depends on the type of protein and the overall composition of the food. Additionally, starch can interact with lipids, phytochemicals, proteins, and hydrocolloids, and these mechanisms can interfere with starch metabolism, reducing its availability²⁴⁻²⁶.

The bread in this project exhibited good rheological properties and a nutritional profile different from the traditional one but with a favorable GI. The bread in this project exhibited good

rheological properties and a nutritional profile different from the traditional type but with a favorable GI. These attributes can be attributed to the recipe, the bread-making process, and the addition of fermented cassava dough, which is mainly responsible for the significant increase in protein content and the reduction of total carbohydrates. Okafor *et al.*, 2017⁵, stipulated that the addition of CF to the standard WF white bread recipe produces a high GI, however, in this study it was demonstrated that a previous fermentation with one of the naturally predominant BAL of CF, modifies its nutritional profile due to the decrease of free sugar content, increase of organic acids and reduction of starch digestibility¹⁹.

The white bread-cassava, both on average and by gender, is in the classification of low glycemic index, however, although there is no significant difference between them, the difference between the genders is remarkable. After the beginning of the strategy for an adequate reopening of activities of social, educational and economic nature called "The new normality"; the changes and new norms that it brought with it modified the social psyche because according to the National Epidemiologic Risk Symphor, the activities were or were not allowed²⁷. In general, the factors with which the individual interacts have repercussions on the habits and therefore on the state of health in general, which includes metabolism.

Jarvis *et al.*, 2023²⁸, decree that experiencing consecutive spikes in glucose levels leads to increased hunger sensations as well as lower mental health and sleep quality. Sleep is one of these factors and is crucial in regulating the endocrine and metabolic systems. Mohammadi *et al.*, 2021²⁹, concluded that the duration of sleep does not directly interfere with the GI, however, they found a positive relationship between glycemic load and longer sleep duration. Ayer *et al.*, 2022³⁰, conducted a study on adults in Brazil and found that more than half of the population modified the number of meals they consumed, of which 1/3 increased the number of meals. Additionally, the same pattern of increase in recommended and non-recommended food was presented, with a particular rise in the consumption of leafy green vegetables and bakery products. It is interesting to observe the current habits, as although they may be non-specific, they do show a certain relationship with the GI.

CONCLUSIONS

The addition of cassava fermented dough to the standard formulation of a traditional wheat flour white bread decreases the average GI, making it favorable to use fermented dough as a partial or total replacement of a bread with a lower GI.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Chemistry María García Braham for her leadership in sample collection and management of biological waste.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

R.M.M. was the main researcher, an important part of sample collection and management of biological waste, interpretation of results and the main writer of this article. R.B. contributed to the creation and design of the study, supervised compliance with the established protocol and performed data analysis with the work team. M.C. contributed to the creation of the statistical design and interpretation of results, as well as providing financing from the *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. J.L.M. and A.L. contributed to the collection of data for the approval of the protocol before the ethics committee and performed data analysis with the work team. A.G. consulted with the ethics committee and supervised compliance with the established protocol.

All authors critically reviewed this and previous versions of the document.

FUNDING

The *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* (CONACYT) of Mexico provides financing by granting a postgraduate scholarship to the student Rosa Marisol Martínez Hernández, with scholarship number: 1082548. As well as internal resources from the *Universidad Autónoma de Coahuila*, Faculty of Chemical Sciences, Departamento de Investigación en Alimentos, Functional Foods & Nutrition. Additionally, support was provided by the Department of Food Science and Technology, *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*.

COMPETING INTERESTS

The authors express that there are no conflicts of interest when writing the manuscript.

REFERENCES

- (1) Atkinson FS, Brand-Miller JC, Foster-Powell K, Buyken AE, Goletzke J. International tables of glycemic index and glycemic load values 2021: a systematic review. *Am J Clin Nutr.* 2021; 114(5): 1625-32. doi: 10.1093/ajcn/nqab233.
- (2) Stamatakis NS, Yanni AE, Karathanos VT. Bread making technology influences postprandial glucose response: A review of the clinical evidence. *Br J Nutr.* 2017: 1001-12. doi: 10.1017/S0007114517000770.
- (3) Longoria S, Contreras J, Belmares R, Cruz M, Flores M. Effect of Short Fermentation Times with *Lactobacillus paracasei* in Rheological, Physical and Chemical Composition Parameters in Cassava Dough and Biscuits. *Appl Sci.* 2020; 10(4): 1383. doi: 10.3390/app10041383.
- (4) Tiefenbacher KF Glossary of Terms in Wafers, Waffles and Adjuncts. *The Technology of Wafers and Waffles II.* Elsevier; 2019. p. 325-411. doi: 10.1016/B978-0-12-809437-2.00010-1
- (5) Okafor EN, Erukainure OL, Ozumba AU, Adewale CO, Kayode FO, Asiaba GO, et al. Cassava Flour Substitution Modulates Glycemic Responses and Glycemic Index of Wheat Breads in Apparent Healthy Volunteers. *J Diet Suppl.* 2017; 14(4): 446-52. doi: 10.1080/19390211.2016.1267061.
- (6) Chisenga SM, Workneh TS, Bultosa G, Alimi BA, Siwela M. Dough rheology and loaf quality of wheat-cassava bread using different cassava varieties and wheat substitution levels. *Food Biosci.* 2020; 34: 100529. doi: 10.1016/j.fbio.2020.100529.
- (7) Cock JH, Connor DJ. Cassava. *Crop Physiology Case Histories for Major Crops.* Elsevier; 2021. p. 588-633. doi: 10.1016/B978-0-12-819194-1.00019-0.
- (8) Aryeetey E, Wireko-Manu FD, Asante JO, Laryea D, Ellis WO, Oduro I, et al. Recipe standardization of bread using cassava-wheat composite flour. *Journal of Culinary Science & Technology.* 2019; 17(3): 232-55. doi: 10.1080/15428052.2018.1429972.
- (9) Roobab U, Batool Z, Manzoor MF, Shabbir MA, Khan MR, Aadil RM. Sources, formulations, advanced delivery and health benefits of probiotics. *Curr Opin Food Sci.* 2020; 32: 17-28. doi: 10.1016/j.cofs.2020.01.003.
- (10) Papadimitriou K, Zoumpopoulou G, Georgalaki M, Alexandraki V, Kazou M, Anastasiou R, et al. Sourdough Bread. *Innovations in Traditional Foods.* Elsevier; 2019. p. 127-58.
- (11) Secretaría de Salud REGLAMENTO de Control Sanitario de Productos y Servicios. Obtenido de REGLAMENTO de Control Sanitario de Productos y Servicios. <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/SALUD/071005RCSPS.pdf>.
- (12) Secretaría de Salud REGLAMENTO de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Obtenido de REGLAMENTO de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud: <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/SALUD/071006RLSMIS.pdf>.
- (13) ISO 26642:2010(E) Food products – Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification. ISO 2010. 2010:1-18.
- (14) AOAC International Official Method of Analysis. Post revised on date 15/03/2021. 1980.
- (15) DuBois Michel, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith Fred

- Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. Anal Chem. 1956; 28(3): 350-6. doi: 10.1021/ac60111a017.
- (16) FAO/WHO Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition., vol. 66. Rome: FAO Food and Nutrition Paper-66; 1997. p. 25-30.
- (17) Pérez A, Castro A, Palacios B, Flores I SMAE. 4.a edición. Mexico: ISBN 978-607-00-7928-3; 2014.
- (18) Andrea Contreras S. Sueño a lo largo de la vida y sus implicancias en salud. Revista Médica Clínica Las Condes. 2013; 24(3): 341-9. doi: 10.1016/S0716-8640(13)70171-8.
- (19) Fang L, Wang W, Dou Z, Chen J, Meng Y, Cai L, et al. Effects of mixed fermentation of different lactic acid bacteria and yeast on phytic acid degradation and flavor compounds in sourdough. LWT. 2023; 174: 114438. doi: 10.1016/j.lwt.2023.114438.
- (20) Garrido-Galand S, Asensio-Grau A, Calvo-Lerma J, Heredia A, Andrés A. The potential of fermentation on nutritional and technological improvement of cereal and legume flours: A review. Food Res Int. 2021; 145: 110398. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110398.
- (21) Oyeyinka SA, Adeloye AA, Olaomo OO, Kayitesi E. Effect of fermentation time on physicochemical properties of starch extracted from cassava root. Food Biosci. 2020; 33: 100485. doi: 10.1016/j.fbio.2019.100485.
- (22) Penido FCL, Piló FB, Sandes SH de C, Nunes AC, Colen G, Oliveira E de S, et al. Selection of starter cultures for the production of sour cassava starch in a pilot-scale fermentation process. Braz J Microbiol. 2018; 49(4): 823-31. doi: 10.1016/J.BJM.2018.02.001.
- (23) Luhovyy BL, Kathirvel P. Food proteins in the regulation of blood glucose control. Adv Food Nutr Res. 2022; 102: 181-231. doi: 10.1016/bs.afnr.2022.05.001.
- (24) Wang S, Chao C, Cai J, Niu B, Copeland L, Wang S. Starch-lipid and starch-lipid-protein complexes: A comprehensive review. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2020; 19(3): 1056-79. doi: 10.1111/1541-4337.12550.
- (25) Mahmood K, Kamilah H, Shang PL, Sulaiman S, Ariffin F, Alias AK A review: Interaction of starch/non-starch hydrocolloid blending and the recent food applications. Food Biosci. 2017; 19: 110-20. doi: 10.1016/j.fbio.2017.05.006.
- (26) Yang C, Zhong F, Douglas Goff H, Li Y Study on starch-protein interactions and their effects on physicochemical and digestible properties of the blends. Food Chem. 2019; 280: 51-8. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.028.
- (27) Centeno J-E. LA NUEVA "NORMALIDAD" EN MÉXICO. Revista de Salud Publica. 2020; 87-90. doi: 10.31052/1853.1180.v0.n0.28963.
- (28) Jarvis PRE, Cardin JL, Nisevich-Bede PM, McCarter JP. Continuous glucose monitoring in a healthy population: understanding the post-prandial glycemic response in individuals without diabetes mellitus. Metabolism. 2023; 146: 155640. doi: 10.1016/j.metabol.2023.155640.
- (29) Mohammadi M, Nadjarzadeh A, Mirzaei M, Fallahzadeh H, Haghghatdoost F, Sakhaei R, et al. Dietary glycemic index and glycemic load in association with sleep duration: YaHS-TAMYZ and Shahedieh observational studies. Clin Nutr ESPEN. 2021; 46: 471-6. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.09.007.
- (30) Ayer C, Celep AGS. Assessment of dietary habits and use of nutritional supplements in COVID-19: A cross-sectional study. PharmaNutrition. 2022; 22: 100309. doi: 10.1016/j.phanu.2022.100309.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



www.renhyd.org



RESEARCH ARTICLE

The effect of eight-week nutrition education on nutrition knowledge, nutrition literacy, and Mediterranean diet in Turkish adolescents

Gökçe Ünal^{a,*}, Aslı Uçar^b

^a Department of Nutrition and Dietetics, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye.

^b Department of Nutrition and Dietetics, Ankara University, Ankara, Türkiye.

*gokce.unal@omu.edu.tr

Assigned Editor: Elena Carrillo Álvarez. Universidad Ramon Llull, Barcelona, España.

Received: 11/10/2023; Accepted: 01/25/2024; Published: 03/15/2024.

KEYWORDS

KIDMed;
Mediterranean Diet;
Nutrition Education;
Nutrition Knowledge;
Nutrition Literacy.

➤ The effect of eight-week nutrition education on nutrition knowledge, nutrition literacy, and Mediterranean diet in Turkish adolescents

ABSTRACT

Introduction: Adolescence, when nutritional decisions are mostly made individually, is a critical period in which eating habits are orientable. This study aims to evaluate the effectiveness of nutrition education on nutrition knowledge, nutrition literacy, and the Mediterranean diet in Turkish adolescents in the first year of high school.

Methodology: This study was conducted in 47 students aged 14-16 at a high school in Ankara, Türkiye. Experimental design with pretest-posttest was used. The students were educated for eight weeks after the pretest administration. Posttests were administered after the eight-weeks intervention. Follow-up tests were administered in the sixteenth week, eight weeks after the administration of the subsequent tests. The Mediterranean Diet Quality Index for Children and Adolescents (KIDMed), Adolescent Nutrition Literacy Scale (ANSL), and self-assessment of nutrition knowledge were compared at 3-time points: pre-education, post-education, and follow-up. All the forms were used in paper format in a class setting during regular school instruction time.

Results: Most of those who self-assessed their pre-education nutrition knowledge as insufficient/did not know evaluated their post-education (57.1%; $p=0.027$) and follow-up (50%; $p=0.013$) nutrition knowledge as sufficient. However, there was no significant difference between pre-education ANSL item scores and post-education and follow-up ($p>0.05$). None of the KIDMed items showed a significant change in the desired direction (showing healthier nutrition), either ($p>0.05$). Among the KIDMed items, only the change (in the negative direction) for "Has cereals or grains for breakfast" was statistically significant ($p=0.044$ for pre-post and $p=0.010$ for pre-follow-up test differences).

Conclusions: Nutrition intervention improved adolescents' self-reported nutrition knowledge. However, it was insufficient to improve nutrition literacy and the Mediterranean diet. When planning dietary interventions to improve adolescents' diet or eating behaviors, it is suggested to consider individual factors related to adolescents, as well as internet and social media fields and the school/home food environment.



➤ **El efecto de la educación nutricional de ocho semanas sobre el conocimiento nutricional, la alfabetización nutricional y la dieta mediterránea en adolescentes turcos**

PALABRAS CLAVE

KIDMed;
Dieta Mediterránea;
Educación nutricional;
Conocimientos Nutricionales;
Alfabetización Nutricional.

RESUMEN

Introducción: La adolescencia, cuando las decisiones nutricionales se toman mayoritariamente de forma individual, es un período crítico en el que los hábitos alimentarios son orientables. Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de la educación nutricional sobre el conocimiento nutricional, la alfabetización nutricional y la dieta mediterránea en adolescentes turcos en el primer año de escuela secundaria.

Metodología: Este estudio se realizó en 47 estudiantes de entre 14 y 16 años de una escuela secundaria en Ankara, Türkiye. Se utilizó un diseño experimental con pretest-postest. Los estudiantes recibieron educación durante ocho semanas después de la administración de la prueba previa. Se administraron pruebas posteriores después de la intervención de ocho semanas. Las pruebas de seguimiento se administraron en la semana dieciséis, ocho semanas después de la administración de las pruebas posteriores. El Índice de Calidad de la Dieta Mediterránea para Niños y Adolescentes (KIDMed), la Escala de Alfabetización Nutricional de Adolescentes (ANSL) y la autoevaluación de conocimientos nutricionales se compararon en tres momentos: preeducación, posteducación y seguimiento. Todos los formularios se utilizaron en formato papel en un entorno de clase durante el horario regular de instrucción escolar.

Resultados: La mayoría de los que autoevaluaron sus conocimientos nutricionales previos a la educación como insuficientes/no sabían evaluaron sus conocimientos nutricionales posteducación (57,1%; $p=0,027$) y de seguimiento (50%; $p=0,013$) como suficientes. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las puntuaciones de los ítems ANSL antes de la educación y las posteriores a la educación y el seguimiento ($p>0,05$). Ninguno de los ítems de KIDMed mostró tampoco un cambio significativo en la dirección deseada (mostrando una nutrición más saludable) ($p>0,05$). Entre los ítems de KIDMed, sólo el cambio (en la dirección negativa) para "Tiene cereales o granos para el desayuno" fue estadísticamente significativo ($p=0,044$ para las diferencias en las pruebas pre-post y $p=0,010$ para las diferencias pre-seguimiento).

Conclusiones: La intervención nutricional mejoró el conocimiento nutricional autoinformado por los adolescentes. Sin embargo, fue insuficiente para mejorar la alfabetización nutricional y la dieta mediterránea. Al planificar intervenciones dietéticas para mejorar la dieta o las conductas alimentarias de los adolescentes, se sugiere considerar factores individuales relacionados con los adolescentes, así como los campos de Internet y las redes sociales y el entorno alimentario de la escuela y el hogar.

KEY MESSAGES

1. Adolescents' having the knowledge and experience required for healthy food selection helps the development of healthy eating habits, and this helps prevent many chronic diseases, e.g., obesity.
2. Nutrition education intervention may help improve adolescents' self-evaluation of nutrition knowledge. However, it is not sufficient to improve nutrition literacy and the Mediterranean diet.
3. When planning dietary interventions to improve adolescents' diet or eating behaviors, it is suggested to consider individual factors related to adolescents, as well as internet and social media fields and the school/home food environment.

CITATION

Ünal G, Uçar A. The effect of eight-week nutrition education on nutrition knowledge, nutrition literacy, and Mediterranean diet in Turkish adolescents. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 102-11. doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2071>

INTRODUCTION

Adolescence, when nutritional decisions are often made individually, is a critical period in which eating habits can be directed¹. Along with ongoing unhealthy eating, weight gain is reported to start early in high school². Failure to take preventive measures may lead to the emergence of diseases (such as obesity and obesity-related diseases) that negatively affect lifelong health³. Adolescents' friends and the food environment at school are known to be essential factors in their food selection⁴. In a food environment where healthy and unhealthy foods are available, adolescents should have sufficient knowledge about nutrition to make the right choices⁵.

Adolescents' having the knowledge and experience required for healthy food selection helps the development of healthy eating habits, and this helps prevent many chronic diseases, e.g., obesity^{6,7}. Nutrition literacy, which emphasizes the importance of skills and capacity related to nutrition as well as food and nutrition knowledge, is effective in making conscious food choices and improving adolescent dietary behaviors⁸⁻¹⁰.

The Mediterranean diet is recommended for adolescents, especially in Mediterranean countries, to provide healthy body weight and a better metabolic profile, and to reduce the risk of cardiovascular disease with its antioxidant content¹¹⁻¹³. Nutrition education is an effective way to improve Mediterranean diet quality in adolescents¹⁴. However, the impact of nutrition education aimed at improving nutrition knowledge and literacy on adherence to the Mediterranean diet in adolescents still needs to be investigated.

This study aims to evaluate the effectiveness of nutrition education intervention, based on National Dietary Guidelines compatible with the Mediterranean diet and its principles, on nutrition knowledge, nutrition literacy, and the Mediterranean diet in Turkish adolescents in the first year of high school.

METHODOLOGY

Setting

This study was conducted in a high school affiliated with the Ministry of Education between October 2019 and March 2020 in Ankara, Türkiye. A research permit was obtained from the Ankara Provincial Directorate of National Education dated 02/27/2019. Ethics committee approval was obtained from the Ethics Committee of Ankara University, dated 06/18/2019,

numbered 14/225. The study was based on volunteerism, and the students were included after giving informed consent. In addition, approval was obtained from the families of the students.

Participants

The sample of the study consisted of ninth-grade students. Considering the effect of socioeconomic level on nutrition knowledge, students with mid-socioeconomic levels were selected for the sample. Ninth-grade students were chosen as the intervention group because they were at the beginning of adolescence when their eating habits changed, and they started to make their own food choices. All the school's ninth-graders (N=97) were chosen as the intervention group, considering dropouts from the study (the concern that the sample size needed to be met at the end of the study). In addition, ninth-grade students had courses in their curriculum that were suitable for providing them with regular nutrition education. In the end, 47 students completed the study.

Procedure

Pretest-posttest was used. In the beginning, the gender and age information of the students were recorded, and the educational status of the parents was questioned.

The students were educated for eight weeks after the pretest administration. Posttests were administered after eight weeks after the intervention. The follow-up tests were administered at the sixteenth week, eight weeks after administration of the posttests.

Mediterranean Diet Quality Index for Children and Adolescents (KIDMed), Adolescent Nutrition Literacy Scale, and self-assessment of nutrition knowledge were compared at 3-time points: pretest (pre-education), posttest (post-education), and follow-up. All the forms were used in paper format in a class setting during regular school instruction time.

Intervention

The present nutrition intervention was based on social cognitive theory and employed a pre/posttest design. The duration of the education in the study was programmed to be a one-course hour per week for eight weeks. Each week, a PowerPoint presentation prepared on that topic was held. The intervention process was supported by brochures. At the end of each education session, students were given brochures summarizing the education provided. During and after the education sessions, the students were encouraged to ask questions about the subject to continue the education interactively. While preparing educational presentations and brochures, the information in the Türkiye

Dietary Guideline and principles of the Mediterranean diet was taken as a basis¹⁵. Nutrition education sessions was provided by a nutritionist.

The subject titles were grouped under eight headings: (1) Adequate and Balanced Nutrition: To comprehend the importance of healthy nutrition, to be aware of the consequences of unhealthy nutrition, and to comprehend regular meal consumption. (2) Macronutrients: To learn the foods containing carbohydrates, protein, and fat and the beneficial and harmful nutritional sources of these nutrients. (3) Micronutrients and water: To learn the foods containing vitamins and minerals and diseases that may occur in their absence. (4) Food Groups: To the knowledge of food groups, their nutrient contents, and foods that can be consumed interchangeably from the same food group (such as eating eggs instead of meat if meat is unavailable). (5) Adolescent nutrition: To know the importance of adolescent nutrition in terms of its effects on the whole life process. (6) Nutritional needs of adolescents: To inform adolescents about how much they should consume daily from each food group and the portions of the foods they need to consume to meet their needs. (7) Food safety and reading the nutrition label: To get information about the key points to be considered while purchasing, storing, cooking, and consuming food, the information on the food label, and how this information should be interpreted. (8) Consequences of unhealthy diet: To understand that nutrition is essential for all ages and health problems (such as obesity, anemia, and dental caries) that may occur when consuming unhealthy foods (such as fast food and junk food).

These topics prepared concerning the Türkiye Dietary Guidelines are also compatible with the principles of the Mediterranean diet. When adolescents consume sufficient amounts of food from each food group, as explained in the fourth, fifth, and sixth chapters, they also meet the recommended food amounts in line with the Mediterranean diet. The importance of using olive oil, which is also a part of the Mediterranean diet, is explained in line with the recommendations of the Türkiye Dietary Guidelines. In addition, the harms of fast food, pastry, sweets, and sugar consumption, which are recommended to be reduced within the scope of the Mediterranean diet, are explained in the eighth topic. Moreover, the importance of breakfast is described in the first topic within the scope of Mediterranean diet recommendations for children. The topics were determined to complement each other and support the general nutrition knowledge of the adolescent.

Essential information was given to increase nutrition literacy for students to understand better what was explained during nutrition education sessions and in the period after these sessions. For example, the basic terms of nutrition (nutrient, food groups, carbohydrate, protein, fat, antioxidant, etc.) were

explained under each relevant topic so that they could understand information about nutrition, food, and diet. Also, they were informed about where to access accurate and reliable sources about nutrition. Information was given on the recommendations of international organizations regarding nutrition and related topics (for example, vegetable and fruit consumption and physical activity recommendations of the World Health Organization). The acquisition of nutrition literacy aimed to motivate students to learn more about nutrition topics later in life and provide the skills, knowledge, and confidence for this.

Thus, the basis of the study was to develop students' basic nutritional knowledge and to make them understand the effects of foods on health and to use this information for their own food choices. The study was designed with the theory that nutrition-related behaviors that are beneficial and harmful to health will be adopted by students through education, so that students will increase their knowledge of healthy nutrition and reflect this knowledge in their behavior.

Instruments

Diet quality was measured using the Mediterranean diet Quality Index for Children and Adolescents (KIDMed), developed by Serra Majem *et al.* (2004)¹⁶ to determine compliance with the Mediterranean diet in children and adolescents. It is a special version of the Mediterranean Diet Quality Index for youth, so "KID" is in front of the acronym. Because Türkiye is a Mediterranean country, and Mediterranean-style eating habits are in many ways parallel to recommendations in the Türkiye Dietary Guidelines, the Mediterranean Diet Quality Index is preferred in this study. In KIDMed, which has 16 questions, each is answered "Yes" or "No", there are 12 questions about eating habits following the Mediterranean diet and four questions not following the Mediterranean diet. Questions following the diet were given +1 point if the answer was "Yes" questions not following the diet were given -1 point if the answer was "Yes" and 0 points when the questions were answered no¹⁶.

The Adolescent Nutrition Literacy Scale (ANLS) was used to determine nutrition literacy. The scale was developed by Ndahura¹⁷ and validated in Turkish by Türkmen *et al.*¹⁸. It is a Likert-type scale of 22 items. For the answers to be given to the items in the scale, there are five options: "I do not agree at all", "I do not agree", "I am undecided", "I agree", and "I completely agree", and each option is scored from 1 to 5, respectively. Ten items are scored in reverse on the scale¹⁸.

Students were asked to evaluate their nutrition knowledge in 3 categories: insufficient, sufficient, and did not know.

Data analysis was performed in the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) program. Descriptive statistics were

shown as median and lower-upper values, and categorical data as numbers and percentages. For continuous data, the Paired-sample T-test, and for categorical data, the Mc-Nemar test was used to compare pretests with posttests and follow-up tests. The results were evaluated at a 95% confidence interval, and the significance level was $p < 0.05$.

RESULTS

A total of 47 students aged 14-16 participated in the study. Most students were male. Parents' education level was high school or higher for most of the students. Most students were in the normal BMI class (Table 1).

The students were asked to self-assess the level of nutrition knowledge pre-, post-, and follow-up education, and the results were presented in Table 2. Accordingly, most of those who evaluated their pre-education nutrition knowledge as insufficient/do not know ($n=28$) assessed their post-education knowledge as sufficient (57.1%). For follow-up, this rate dropped to the level of 50%. Compared to pre-education (pretest), the difference between post-education (posttest) and follow-up

rates was statistically significant ($p < 0.05$). Nutrition education was effective in changing the nutrition knowledge of students who evaluated their nutrition knowledge as insufficient/do not know, in a positive way according to their self-evaluations.

Differences between pre-education ANSL item scores with post-education and follow-up were displayed in Table 3. Each item was scored from 1 (I do not agree at all) to 5 (I completely agree) in ANLS. Therefore, the differences between the pretest and posttest and the pretest and follow-up test were expected to show a positive change for regular items and a negative change for reverse items (marked with * in the table). The study's results showed that, of the 12 regular items, the scores obtained in five items between pretest/posttests and four between pre-follow-up tests showed a change in the intended direction (positive). Meanwhile, of the ten reversed items, the scores obtained in four items between pretest/posttests and five between pre-follow-up tests showed a change in the intended direction (negative). However, it was determined that these changes were not significant for any of the items ($p > 0.05$).

The primary result of this study was that there was no change in eating behavior. As displayed in Table 4, when considered in terms of the items in KIDMed where healthy eating habits were stated and positive changes were expected, of the 12 regular items, the scores obtained in 4 items between pretest/posttests and six between pre-follow-up tests showed a change in the intended direction (positive). Of the four reversed items, the scores obtained in two items between pretest/posttests and all between pre-follow-up tests showed a change in the intended direction (negative). Yet, among these items, only the change (in the negative direction) for the item "Has cereals or grains (bread, etc.) for breakfast" was statistically significant ($p=0.044$ for the difference between pretest/posttests and $p=0.010$ for the difference between pre-follow-up tests).

Table 1. Descriptive information.

	N=47
Gender, n (%)	
Female	15 (31.9)
Male	32 (68.1)
Age, median (min-max)	14 (14-16)
Mother education, n (%)	
High school or higher	27 (57.5)
Secondary school and below	20 (42.5)
Father education, n (%)	
High school or higher	30 (63.8)
Secondary school and below	17 (36.2)
*BMI classification, n (%)	
Severe thin	2 (4.3)
Thin	5 (10.6)
Normal	29 (61.7)
Overweight	4 (8.5)
Obese	7 (14.9)

*BMI: Body Mass Index.

DISCUSSION

This nutrition education study was effective in changing the nutrition knowledge of students in a positive way according to their self-evaluations. However, it was ineffective in improving nutrition literacy and the Mediterranean diet.

This study aims to evaluate the effect of nutrition education intervention, on the Mediterranean diet while examining the effect on nutrition knowledge and nutrition literacy, with this to prevent or reduce the formation of unhealthy eating habits in this period of life where weight gain, which can lead to obesity and related health problems, begins. Nutrition education is frequently used to reduce nutritional problems such as obesity

Table 2. Differences between pre-education self-assessment of nutrition knowledge and post-education and follow-up.

Self-assessment of nutrition knowledge		Total (n)	Post-education		Follow-up	
			Insufficient/Do not know	Sufficient	Insufficient/Do not know	Sufficient
			n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Pre-education	Insufficient/Do not know	28	12 (42.9)	16 (57.1)	14 (50.0)	14 (50.0)
	Sufficient	19	5 (26.3)	14 (73.7)	3 (15.8)	16 (84.2)
Total		47	17	30	17	30
			$\chi^2=4.762, p=0.027^*$		$\chi^2=5.882, p=0.013^*$	

*McNemar test results.

and malnutrition, which are common in adolescents^{19,20}. The first year of high school is a period in which the influence of peers on adolescent decisions, including food, becomes evident²¹. As the time spent outside the home increases, adolescents consume foods that are low in nutrients and high in energy, fat, and sodium more frequently²².

The Mediterranean diet, which includes anti-inflammatory foods, is shown to be protective against obesity-related diseases and can help adolescents live healthy lives early and later²³. Because it is easy to access the foods in the diet and compatible with the diet of countries, the Mediterranean diet is recommended, especially in Mediterranean countries, including Türkiye²⁴. However, with the increase in Western-style nutrition in recent years, significantly young people are gradually distancing themselves from this diet²⁵. The nutrition education intervention in this study was insufficient to improve the students' Mediterranean diet adherence, according to KIDMed, even though a few items changed in the desired direction. Besides, consumption of cereals or grains (bread, etc.) in the breakfast recommended in the Mediterranean diet has changed negatively. Psychosocial theories with motivating and facilitating action determinants are important in adolescent groups. Because this group is under the heavy influence of Western-style diets and has accessibility to highly palatable ultra-processed foods that are engineered to be irresistible and are heavily marketed to youth, it emphasizes that arrangements between individuals and their social environments are significant for this group. To increase adherence to this diet, besides different interventions, increasing the availability and accessibility of healthy foods may also be considered.

Nutrition education increases the nutrition knowledge of adolescents and is more effective when it is long-term²⁶. In a study, nutrition education is given to high school students for

two months, examining whether the effectiveness continues after two months. Students' nutrition knowledge increased after the education and at the end of the two months compared to before²⁷. In this 8-week nutrition education study, of those who stated their self-assessment nutrition knowledge level as insufficient/do not know at the beginning, 57.1% stated their post-education level, and 50% stated their follow-up nutrition knowledge level as sufficient. It should be remembered that knowledge is permanent as long as it is repeated and can be forgotten when education is interrupted for a long time. Ensuring the continuity of education sessions, nutrition knowledge can be made permanent. Also, it should be kept in mind that in addition to having nutrition knowledge, it is also important to convert this knowledge into practice. Therefore, it is thought that sometimes ignorance and sometimes the difficulty of transforming knowledge into practice may prevent the development of healthy eating habits.

Nowadays, individuals are exposed to lots of nutrition information through social media and written and visual media and need help extracting reliable information. Choosing suitable sources for nutrition knowledge is essential in developing correct and permanent nutritional habits and contributing to the health of adolescents and adults. Nutrition literacy effectively grows healthy adolescent eating habits, improves nutritional status, and positively changes food-related attitudes and behaviors^{28,29}. In this study, nutrition education had no positive effect on nutrition literacy items. It is stated that adolescents are enthusiastic about food preparation and cooking, but they cannot develop their skills in these areas because they need facilities at home and school³⁰. Methods like food preparation and cooking lessons, which attract the attention and increase the desire to participate of adolescents, as well as the inclusion of the internet and social media, can be more effective in improving the nutrition literacy of adolescents.

Table 3. Differences between pre-education item scores of the Adolescent Nutrition Literacy Scale (ANSL) and post-education and follow-up.

ANLS items	Pre/post difference			Pre/follow-up difference		
	Mean (SD)	95%CI of the difference (lower; upper)	p**	Mean (SD)	95%CI of the difference (lower; upper)	p**
*1. I find it difficult to understand the language used by nutrition, health and food experts.	-0.128 (1.30)	-0.508; 0.253	0.503	-0.191 (1.33)	-0.582; 0.199	0.329
*2. I find it difficult to understand the technical words used by nutrition, health and food experts.	-0.234 (1.56)	-0.693; 0.225	0.310	-0.234 (1.52)	-0.681; 0.213	0.297
*3. I find it difficult to understand the information I read about nutrition, food and diet.	0.064 (1.42)	-0.353; 0.481	0.759	-0.085 (1.25)	-0.452; 0.281	0.642
*4. I find it difficult to know how I should change my diet when I get dietary advice from the doctor, nurse or dietitian.	0.021 (1.50)	-0.418; 0.461	0.923	0.043 (1.49)	-0.394; 0.480	0.845
*5. When I read information about nutrition, food or diet I need someone to help me understand it.	-0.085 (1.76)	-0.600; 0.430	0.741	0.149 (1.44)	-0.275; 0.573	0.483
*6. I am not familiar with World Health Organization (WHO) recommendation for daily intake of fruits and vegetables.	0.149 (1.63)	-0.329; 0.627	0.534	0.043 (1.49)	-0.394; 0.480	0.845
*7. When I read an article about nutrition, food or diet I find words that I don't know.	-0.149 (1.52)	-0.595; 0.297	0.504	-0.170 (1.61)	-0.642; 0.301	0.471
8. I have gathered information about diet from various sources that I think is relevant for me.	-0.021 (1.76)	-0.539; 0.496	0.934	-0.234 (2.13)	-0.859; 0.391	0.455
9. I use the internet when I am looking for information about nutrition such as diet.	0.191 (1.92)	-0.372; 0.755	0.497	-0.149 (1.64)	-0.631; 0.333	0.537
10. I discuss about diet with my friends, family and relatives.	0.000 (1.32)	-0.387; 0.387	1.000	0.191 (1.48)	-0.244; 0.627	0.381
11. I have changed my eating habits based on the information about diet that I have gathered.	0.064 (1.80)	-0.464; .592	0.809	-0.191 (1.84)	-0.731; 0.348	0.479
12. I often read material about what constitutes a balanced diet.	0.106 (1.46)	-0.323; 0.536	0.621	0.128 (1.66)	-0.361; 0.616	0.601
13. I can easily contact dietary experts (for example doctor, nurse or dietitian) about healthy nutrition.	-0.085 (1.68)	-0.578; 0.408	0.730	0.043 (1.96)	-0.532; 0.617	0.882
14. I would readily get involved in political issues targeted at improving people's diet in Türkiye.	-0.085 (1.65)	-0.570; 0.400	0.726	-0.170 (1.61)	-0.642; 0.301	0.471
15. I am willing to take an active role in measures aimed at promoting a healthier diet at my school.	0.043 (1.64)	-0.439; 0.524	0.860	-0.021 (1.57)	-0.481; 0.439	0.926
16. I expect my school to serve healthy food.	0.277 (1.77)	-0.242; 0.795	0.288	-0.191(1.75)	-0.706; 0.323	0.458
17. I try to influence others (for example my family and friends) to eat healthy food.	-0.106 (1.55)	-0.561; 0.349	0.640	0.043 (1.62)	-0.432; 0.517	0.857
18. It is important for me that the school canteens have a good selection of healthy food.	-0.128 (1.68)	-0.620; 0.364	0.604	-0.404 (1.53)	-0.853; 0.044	0.076
*19. I tend to be influenced by the dietary advice I read in newspapers, magazines etc.	0.213 (1.38)	-0.193; 0.619	0.297	0.298 (1.73)	-0.210; .806	0.244
*20. I tend to be influenced by the dietary advice I get from my family, friends.	0.064 (1.62)	-0.412; 0.540	0.788	0.277 (1.64)	-0.204; 0.757	0.253
*21. I believe that the media's presentation of scientific findings about nutrition is correct.	0.128 (1.35)	-0.267; 0.523	0.519	-0.106 (1.55)	-0.561; 0.349	0.640
22. When I read information about nutrition, diet or food it is important to me that it is based on scientific evidence.	-0.191 (1.73)	-0.699; 0.316	0.451	-0.489 (1.99)	-1.073; 0.094	0.098

*Reversed items.
**Paired-samples T-test scores.

Table 4. Differences between pre-education item scores of Mediterranean Diet Quality Index for Children and Adolescents (KIDMed) and post-education and follow-up.

KIDMED items	Pre/post difference			Pre/follow-up difference		
	Mean (SD)	95%CI of the difference (lower; upper)	p**	Mean (SD)	95%CI of the difference (lower; upper)	p**
1. Takes a fruit or fruit juice every day	-0.085 (0.351)	-0.188; 0.018	0.103	-0.043 (0.415)	-0.164; 0.079	0.485
2. Has a second fruit every day	0.021 (0.531)	-0.135; 0.177	0.785	-0.043 (0.624)	-0.226; 0.141	0.642
3. Has fresh or cooked vegetables regularly once a day	0.021 (0.489)	-0.122; 0.165	0.767	0.043 (0.658)	-0.151; 0.236	0.660
4. Has fresh or cooked vegetables more than once a day	-0.064 (0.528)	-0.219; 0.091	0.411	0.000 (0.626)	-0.184; 0.184	1.000
5. Consumes fish regularly (at least 2–3 times per week)	0.128 (0.494)	-0.017; 0.273	0.083	0.149 (0.589)	-0.024; 0.322	0.090
*6. Goes more than once a week to a fast-food (hamburger) restaurant	0.064 (0.567)	-0.103; 0.230	0.445	-0.021 (0.571)	-0.189; 0.146	0.799
7. Likes pulses and eats them more than once a week	-0.170 (0.637)	-0.357; 0.017	0.073	-0.170 (0.601)	-0.347; 0.006	0.058
8. Consumes pasta or rice almost every day (5 or more times per week)	0.085 (0.620)	-0.097; 0.267	0.351	0.085 (0.654)	-0.107; 0.277	0.377
9. Has cereals or grains (bread, etc.) for breakfast	-0.170 (0.564)	-0.336; -0.005	0.044	-0.234 (0.598)	-0.409; -0.059	0.010
10. Consumes nuts regularly (at least 2–3 times per week)	-0.106 (0.561)	-0.271; 0.058	0.200	0.043 (0.509)	-0.107; 0.192	0.569
11. Uses olive oil at home	-0.085 (0.408)	-0.205; 0.035	0.160	-0.043 (0.464)	-0.179; 0.094	0.533
*12. Skips breakfast	0.064 (0.528)	-0.091; 0.219	0.411	-0.021 (0.571)	-0.189; 0.146	0.799
13. Has a dairy product for breakfast (yoghurt, milk, etc.)	-0.043 (0.464)	-0.179; 0.094	0.533	-0.021 (0.531)	-0.177; 0.135	0.785
*14. Has commercially baked goods or pastries for breakfast	-0.064 (0.528)	-0.219; 0.091	0.411	-0.085 (0.583)	-0.256; 0.086	0.323
15. Takes two yoghurts and/or some cheese (40 g) daily	-0.064 (0.639)	-0.252; 0.124	0.497	0.106 (0.634)	-0.080; 0.292	0.256
*16. Takes sweets and candy several times every day	-0.128(0.647)	-0.318; 0.062	0.183	-0.021 (0.531)	-0.177; 0.135	0.785

*Reversed items.

**Paired-samples T-test scores.

This study was based on the theory that the information taught to students using the narrative technique would be adopted by them and used in their daily lives. However, although it was supported by visual content such as presentations and brochures, the teaching technique used was insufficient to

reflect the students' knowledge into their behavior. Supporting the nutrition education sessions with interesting visual images and videos, distributing brochures containing the summary of what was explained in the related education session at the end of each session (thus supporting the recall of what

was explained in that week of education session), creating a discussion and brainstorming by doing question-answer activities during the education sessions were the strengths of the intervention. On the other hand, the nutrition education provided in the classroom setting might have been insufficient to attract the attention of all students. One of the weaknesses was that the personality differences between students were not taken into account. There is a possibility that parts that were not understood in the education sessions were not asked due to hesitation or embarrassment. Another weakness was the assumption that students who did not ask questions during the training understood what was explained. All students may not have been reached adequately in a class setting.

The study's primary limitation was that the participants' randomization was not done. A school of the med socioeconomic level was randomly selected for education. Students' distraction and boredom when answering questions was another study limitation. The exclusion of websites, social media, and television, where adolescents frequently obtain nutrition information, and the transmission of nutrition information only through presentations and brochures might have restricted students' benefits from education. The study's advantage was monitoring the long-term effectiveness of the intervention by following up after the education sessions.

CONCLUSIONS

As a result, the nutrition intervention in this study effectively improved adolescents' self-evaluation of nutrition knowledge. However, this study was insufficient to reduce unfavorable dietary habits or improve healthy dietary habits of adolescents in the first year of high school. This nutrition education was ineffective in increasing students' nutrition literacy levels. For future research, when planning dietary interventions to improve adolescents' diet or eating behaviors, it is suggested to consider individual factors related to adolescents, as well as internet and social media fields and the school/home food environment.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the high school teachers for encouraging students to participate in the study. All of the data were taken from the first author's doctoral thesis.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

All authors contributed to the interpretation of results and preparation of the manuscript. G.Ü. was responsible for the analysis of the data with assistance from A.U. All authors critically revised the manuscript and read and approved the final version. All authors have accepted responsibility for the entire content of this manuscript and approved its submission.

FUNDING

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

COMPETING INTERESTS

The authors state that there are no conflicts of interest in preparing the manuscript.

REFERENCES

- (1) McKeown A, Nelson R. Independent decision making of adolescents regarding food choice. *Int J Consum Stud*. 2018; 42(5): 469-77. doi: <https://doi.org/10.1111/ijcs.12446>.
- (2) Candel MJ, Lucas PJ, Ceballos-Santamaría G, Jiménez JM, Tomás ABM, Pastor VEL. Relationship between modifiable risk factors and overweight in adolescents aged 12–14 years. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2021; 95(3): 159-66. doi: 10.1016/j.anpede.2020.08.008.
- (3) Sari DK, Ichwan M, Masyithah D, Dharmajaya R, Khatib A. The Incidence of Adult Obesity is Associated with Parental and Adolescent Histories of Obesity in North Sumatra, Indonesia: A Cross-Sectional Study. *J Multidiscip Healthc*. 2021; 2437-44. doi: 10.2147/JMDH.S324774.
- (4) Neufeld LM, Andrade EB, Suleiman AB, Barker M, Beal T, Blum LS, et al. Food choice in transition: adolescent autonomy, agency, and the food environment. *Lancet*. 2021. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01687-1.
- (5) Gutschall M, Settle J. Changes in food choices of rural preadolescent and adolescent children following a theory-based after-school nutrition intervention. *Top Clin Nutr*. 2013; 28(4): 356-63. doi: 10.1097/01.TIN.0000437412.51317.1a.
- (6) Leis R, de Lamas C, de Castro M-J, Picáns R, Gil-Campos M, Couce ML. Effects of Nutritional Education Interventions on Metabolic Risk in Children and Adolescents: A Systematic Review of Controlled Trials.

- Nutrients. 2020; 12(1): 31. doi: 10.3390/nu12010031.
- (7) Noronha DC, Santos MI, Santos AA, Corrente LG, Fernandes RK, Barreto AC, et al. Nutrition Knowledge is Correlated with a Better Dietary Intake in Adolescent Soccer Players: A Cross-Sectional Study. *J Nutr Metab*. 2020; 2020. doi: 10.1155/2020/3519781.
- (8) Ronto R, Ball L, Pendergast D, Harris N. What is the status of food literacy in Australian high schools? Perceptions of home economics teachers. *Appetite*. 2017; 108: 326-34. doi: 10.1016/j.appet.2016.10.024.
- (9) Vidgen HA, Gallegos D. Defining food literacy and its components. *Appetite*. 2014; 76: 50-9. doi: 10.1016/j.appet.2014.01.010.
- (10) Aktaş N, Özdoğan Y. Gıda ve beslenme okuryazarlığı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 2016; 20(2): 146-53. doi: <https://doi.org/10.29050/harranziraat.259105>.
- (11) Ceraudo F, Caparello G, Galluccio A, Avolio E, Augimeri G, De Rose D, et al. Impact of Mediterranean Diet Food Choices and Physical Activity on Serum Metabolic Profile in Healthy Adolescents: Findings from the DIMENU Project. *Nutrients*. 2022; 14(4): 881. doi: 10.3390/nu14040881.
- (12) Kontele I, Grammatikopoulou MG, Vassilakou T. Level of Adherence to the Mediterranean Diet and Weight Status among Adolescent Female Gymnasts: A Cross-Sectional Study. *Children*. 2021; 8(12): 1135. doi: 10.3390/children8121135.
- (13) Augimeri G, Galluccio A, Caparello G, Avolio E, La Russa D, De Rose D, et al. Potential Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Serum from Healthy Adolescents with Optimal Mediterranean Diet Adherence: Findings from DIMENU Cross-Sectional Study. *Antioxidants*. 2021; 10(8): 1172. doi: 10.3390/antiox10081172.
- (14) Morelli C, Avolio E, Galluccio A, Caparello G, Manes E, Ferraro S, et al. Nutritional Education Program and Physical Activity Improve the Adherence to the Mediterranean Diet: Impact on Inflammatory Biomarker Levels in Healthy Adolescents from the DIMENU Longitudinal Study. *Front Nutr*. 2021; 8: 422. doi: 10.3389/fnut.2021.685247.
- (15) Turkey's Health Ministry. 2015. Available from: <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/10915,tuber-turkiye-beslenme-rehberipdf.pdf>
- (16) Serra-Majem L, Trichopoulou A, de la Cruz JN, Cervera P, Álvarez AG, La Vecchia C, et al. Does the definition of the Mediterranean diet need to be updated? *Public Health Nutr*. 2004; 7(7): 927-9. doi: 10.1079/phn2004564.
- (17) Ndahura NB. Nutrition literacy status of adolescent students in Kampala district, Uganda: Høgskolen i Oslo og Akershus; 2012.
- (18) Türkmen AS, Kalkan İ, Filiz E. Adolesan beslenme okuryazarlığı ölçeğinin türkçe'ye uyarlanması: geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *International Peer-Reviewed Journal of Nutrition Research*. 2017(10). doi: 10.17362/DBHAD.2017.2.01.
- (19) Baldasso JG, Galante AP, de Piano Ganen A. Impact of actions of food and nutrition education program in a population of adolescents. *Revista de Nutrição*. 2016; 29(1): 65-75. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-98652016000100007>.
- (20) Hamulka J, Wadolowska L, Hoffmann M, Kowalkowska J, Gutkowska K. Effect of an education program on nutrition knowledge, attitudes toward nutrition, diet quality, lifestyle, and body composition in polish teenagers. the abc of healthy eating project: Design, protocol, and methodology. *Nutrients*. 2018; 10(10): 1439. doi: 10.3390/nu10101439.
- (21) Dalky HF, Al Momani MH, Al-Drabaah TK, Jarrah S. Eating habits and associated factors among adolescent students in Jordan. *Clin Nurs Res*. 2017; 26(4): 538-52. doi: 10.1177/1054773816646308.
- (22) Kabaran S, Mercanlıgil SM. Adolesan dönem besin seçimlerini hangi faktörler etkiliyor? *Güncel Pediatri*. 2013; 11(3): 121-7. doi: <https://doi.org/10.4274/Jcp.11.10820>.
- (23) Arouca A, Moreno LA, Gonzalez-Gil EM, Marcos A, Widhalm K, Molnár D, et al. Diet as moderator in the association of adiposity with inflammatory biomarkers among adolescents in the HELENA study. *Eur J Nutr*. 2019; 58(5): 1947-60. doi: 10.1007/s00394-018-1749-3.
- (24) Estruch R, Salas-Salvado J. Towards an even healthier Mediterranean diet. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2013; 23(12): 1163-6. doi: 10.1016/j.numecd.2013.09.003.
- (25) Martini D, Bes-Restrollo M. Is Mediterranean diet still a common dietary pattern in the Mediterranean area? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2020; 71(4): 395-6. doi: 10.1080/09637486.2020.1763264.
- (26) Coppoolse HL, Seidell JC, Dijkstra SC. Impact of nutrition education on nutritional knowledge and intentions towards nutritional counselling in Dutch medical students: an intervention study. *BMJ open*. 2020; 10(4): e034377. doi: 10.1136/bmjopen-2019-034377.
- (27) Devran BS, Saka M. Lise öğrencilerine verilen beslenme eğitiminin beslenme alışkanlıkları, beslenme bilgi düzeyi ve fiziksel aktivite üzerine etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 2019; 47(3): 5-14. doi: <https://doi.org/10.33076/2019.BDD.1081>.
- (28) Kalkan İ. The impact of nutrition literacy on the food habits among young adults in Turkey. *Nutr Res Pract*. 2019; 13(4): 352-7. doi: 10.4162/nrp.2019.13.4.352.
- (29) Mearns GJ, Chepulis L, Britnell S, Skinner K. Health and nutritional literacy of New Zealand nursing students. *J Nurs Educ*. 2017; 56(1): 43-8. doi: 10.3928/01484834-20161219-09.
- (30) Ronto R, Ball L, Pendergast D, Harris N. Adolescents' perspectives on food literacy and its impact on their dietary behaviours. *Appetite*. 2016; 107: 549-57. doi: 10.1016/j.appet.2016.09.006.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



RESEARCH ARTICLE

Sociodemographics, playing habits, adherence to the Mediterranean dietary pattern, dietary supplements intake, physical activity level, and degree of Internet gaming disorder of Portuguese chess players

Fernando J Ribeiro^{a,b,*}, Rui Poínhos^b

^a Faculty of Nutrition and Food Sciences, University of Porto (FCNAUP), Porto, Portugal.

^b Faculty of Sciences of the University of Porto (FCUP), Porto, Portugal.

*fernandoribeiro1393@gmail.com

Assigned Editor: Alberto Pérez-López. Universidad de Alcalá, Madrid, España.

Received: 11/13/2023; Accepted: 01/29/2024; Published: 03/14/2024.

KEYWORDS

Video Games;
Dietary Supplements;
Diet, Mediterranean;
Sedentary Behavior;
Internet Addiction
Disorder.

➤ Sociodemographics, playing habits, adherence to the Mediterranean dietary pattern, dietary supplements intake, physical activity level, and degree of Internet gaming disorder of Portuguese chess players

ABSTRACT

Introduction: Lifestyle and gaming habits may influence chess players' adherence to healthy dietary patterns. This study aims to characterize Portuguese chess players sociodemographics, playing traits, adherence to the Mediterranean diet (MD), dietary supplement (DS) consumption, physical activity level, degree of internet gaming disorder (IGD) and to study predictors of adherence to the MD.

Methodology: Data was gathered using an online survey disseminated through social networks, which included questions regarding sociodemographics, chess playing habits, the PREDIMED questionnaire, DS consumption, the International Physical Activity Questionnaire, and the Internet Gaming Disorder Scale.

Results: The 192 respondents (93.8% males) had a mean of 41 years (SD=14), high education (mean=15.1 years; SD=1.7), and played chess for 6.3 hours (SD=9.7) a week. Most (58.9%; n=113) reported moderate adherence to the MD, 30.2% (n=58) ingested DS, 64.1% (n=123) adhered to the WHO Physical Activity Recommendations, and no subject was classified with IGD.

Higher Elo scores correlated with higher red/processed meat consumption (OR=4.935, p=0.005). A greater volume of chess play related to higher consumption of pastries and sweets (OR=3.127, p=0.007). Higher IGD scores were associated with lower adherence to the MD (OR=1.067, p=0.019).

Conclusions: The most dedicated chess players may be less concerned with maintaining a balanced diet and may require supervision from health professionals.



PALABRAS CLAVE

Juegos de Vídeo;
Suplementos
Dietéticos;
Dieta Mediterránea;
Conducta
Sedentaria;
Trastorno de
Adicción a Internet.

> Sociodemografía, hábitos de juego, adherencia al patrón dietético mediterráneo, ingesta de suplementos dietéticos, nivel de actividad física y grado de trastorno del juego en Internet de jugadores de ajedrez portugueses

RESUMEN

Introducción: El estilo de vida y los hábitos de juego pueden influir en la adhesión de los jugadores de ajedrez a patrones dietéticos saludables. Este estudio pretende caracterizar la sociodemografía de los ajedrecistas portugueses, sus rasgos de juego, su adherencia a la dieta mediterránea (DM), el consumo de suplementos dietéticos (DS), el nivel de actividad física, el grado de trastorno de los juegos de Internet (IGD) y estudiar los predictores de la adherencia a la DM.

Metodología: Los datos se recolectaron mediante una encuesta en línea difundida a través de redes sociales, que incluyó preguntas sobre datos sociodemográficos, hábitos de juego de ajedrez, cuestionario PREDIMED, consumo de DS, Cuestionario Internacional de Actividad Física y Escala de Trastorno de los Juegos de Internet.

Resultados: Los 192 encuestados (93,8% hombres) tenían un promedio de 41 años (DE=14), educación alta (media=15,1 años; DE=1,7), y jugaban al ajedrez 6,3 horas (DE=9,7) por semana. La mayoría (58,9%; n=113) refirió una adherencia moderada a la DM, 30,2% (n=58) ingirió DS, 64,1% (n=123) adhirió a las recomendaciones de actividad física de la OMS y ninguno fue clasificado con IGD. Puntuaciones Elo más altas se relacionarán con un mayor consumo de carne roja/procesada (OR=4,935; p=0.005). Un mayor volumen de juego de ajedrez se relacionó con un mayor consumo de repostería comercial (OR=3,127; p=0.007). Puntuaciones más altas de IGD se asociaron con una menor adhesión a la DM (OR=1,067; p=0.019).

Conclusiones: Los jugadores de ajedrez más dedicados pueden estar menos preocupados por mantener una dieta equilibrada, y pueden requerir supervisión de profesionales de la salud.

KEY
MESSAGES

1. Our sample register a lower consumption of fruits and vegetables, higher red or processed meat intake, and remain seated for longer hours a day than a reference population.
2. A higher level of chess skill or dedication correlated with inadequate dietary habits.
3. The most consumed dietary supplements were multivitamins-minerals with the purpose of increase energy/decrease fatigue and maintain good health.

CITATION

Ribeiro FJ, Póinhos R. Sociodemographics, playing habits, adherence to the Mediterranean dietary pattern, dietary supplements intake, physical activity level, and degree of Internet gaming disorder of Portuguese chess players. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2024; 28(2): 112-23.
doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2075>

INTRODUCTION

Chess originated about 1,500 years ago, and the number of players has been increasing in recent years. Netflix's "The Queens Gambit" and the COVID-19 pandemic have led to increased online chess competition and video sharing on Twitch and YouTube¹.

While sports nutrition research has typically focused on the most physically taxing sports such as athletics², mind sports received less attention. Chess relies on cognitive domains such as fluid and crystallized intelligence, processing speed, and short-term memory³, and has been recognized as a sport by the International Olympic Committee since 2004⁴.

In order to get an edge over opponents chess players may resort to "smart drugs" and stimulating DS such as caffeine to boost their cognitive abilities and minimize fatigue⁵. However, this practice has been considered a menace to the fair play policy in chess⁶, and DS consumption represents a potential health hazard⁷.

Sedentarism⁸, inadequate dietary habits, and obesity are all linked to decreased cognitive function, in part due to raised neuroinflammation⁹.

The rise in online chess websites¹ may be escalating the prevalence of IGD, linked to poor physical and cognitive health, sleep disturbances, and inadequate diet, including excessive caffeine consumption¹⁰.

In contrast, a healthy lifestyle that includes physical activity⁸, an adequate BMI, and adherence to a balanced diet (e.g., Mediterranean diet)⁹ correlates with optimal cognition.

Fornal-Urban *et al.*'s 2008 study on Polish elite chess players found that 41.1% skipped breakfast, only 13.3% ate fruit and vegetables daily, and 57.2% consumed sweets daily¹¹.

Justified by the scarcity of scientific literature, this investigation's main objectives were to characterize Portuguese chess players' sociodemographics, playing traits, adherence to the MD, DS consumption, physical activity level, degree of IGD, and to study the predictors of adherence to the MD.

METHODOLOGY

Study Design

This research project complied with the Declaration of Helsinki of the World Medical Association and received approval from

an ethics committee of the University of Porto (No. 82/2022/CEFCNAUP/2022). An online survey was applied to a convenience sample of chess players between 1 July 2022 and 30 September 2022 by email, on chess-related websites, and Facebook pages and groups.

Inclusion criteria

Participants in this cross-sectional study had to be adult Portuguese chess players resident in Portugal, aged 18 to 69 and had played the game for at least six months. There were no rewards for taking part.

Survey administration

The survey was applied through Google form and is available as supplementary material (SM1). The survey's design, execution, and report adhered to the CHERRIES checklist statement¹², also provided as a supplement (SM2).

230 participants completed the questionnaire, 38 were excluded due to failure to comply with inclusion criteria or incoherent data, and 192 were included.

Questionnaires included

The survey included questions related to socioeconomic level¹³, weight and height, chess playing habits, the PREDIMED questionnaire^{14,15}, DS consumption¹³, the International Physical Activity Questionnaire - Short Form (IPAQ-SF), and the Internet Gaming Disorder Scale - Short-Form (IGDS9). The PREDIMED, IGDS9, and IPAQ-SF have been previously validated in the Portuguese population.

Corrective equations for BMI were applied to compensate for misestimated weight and height¹⁶. BMI (kg/m²) was classified according to the World Health Organization cut-offs¹⁷. Permission for the use of PREDIMED (www.predimed.es) and IGDS9 were granted.

Statistics

Descriptive statistics were produced for all variables. Skewness and kurtosis were used to evaluate the normality of quantitative variables, and all had a distribution close to the normal, that is, between -1 and 1 for both coefficients.

Binary logistic regression models were applied to study the predictors of overall low (< median) adherence to the MD style and non-compliance with each of the 14 items evaluated by PREDIMED. Independent variables included: sex, age, BMI, physical activity level, weekly hours of chess practice, number of chess competitions in the prior 12 months, number of years of chess practice, Elo score, registration in the Portuguese

Chess Federation (FPX), and total IGD score. The independent variables included in the regression models were tested for multicollinearity, and all variance inflation factor values (using dummy variables for categorical ones) were below 2.6. For the overall adherence to the MD style, both univariate (raw) and multivariate (adjusted) models are presented, while for individual items we present the adjusted models.

Fisher's exact test was used to assess the independence between DS use and sex, marital status, and employment status. The comparison between participants who did vs. those who did not use DS was performed using independent samples T-test for age, BMI, and household size and Mann-Whitney's test for education and income.

The significance for all analyses was established at 5%. SPSS® Statistics 28.0 for Windows was used for all statistical analysis (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

RESULTS

Sociodemographics and BMI

The 192 participants averaged 41.1 years (SD=14), had a BMI of 26.2 kg/m² (SD=4.3), and were predominantly male (93.8%; n=180), with a high education level (mean=15.1 years; SD=1.7). Lisbon was home to 27.6% (n=53), and 21.9% (n=42) lived in Porto city.

Additional information is detailed in Table 1.

Chess-related variables

The subjects have been playing chess for a mean of 21.1 years (SD=15.1) and averaged 6.3 hours (SD=9.7) of chess practice per week. 64.6% (n=124) were registered in the FPX. 66.1% (n=127) reported having an Elo Score, with a mean score of 1679 (SD=306), and 68.2% (n=131) participated in at least one chess competition in the prior 12 months, with an average of 6.2 (SD=8.0) chess competitive events.

PREDIMED and Dietary Habits

Our sample had a mean total PREDIMED score of 7.0 (SD=1.7). 24.5% (n=47) of participants were classified as having weak adherence, 58.9% (n=113) moderate-to-fair adherence, and 16.7% (n=32) had good or very good adherence to the MD. In total, 75.0% (n=144) of the sample ingested less than five portions of fruit and vegetables a day, while the daily consumption averaged 3.3 servings (SD=1.9).

Table 1. Sociodemographic characteristics.

	%	n
Sex		
Male	93.8	180
Female	6.3	12
Age		
18 to 29 years	24.5	47
30 to 39 years	20.8	40
40 to 49 years	26.6	51
50 to 59 years	16.7	32
60 to 69 years	11.5	22
BMI		
Underweight (BMI < 18.5 kg/m ²)	2.6	5
Normal range (BMI ∈ [18.5; 25.0] kg/m ²)	41.7	80
Pre-obesity (BMI ∈ [25.0; 30.0] kg/m ²)	35.9	69
Obesity class I (BMI ∈ [30.0; 35.0] kg/m ²)	16.7	32
Obesity class II (BMI ∈ [35.0; 40.0] kg/m ²)	3.1	6
Education		
9 years	2.1	4
12 years	16.7	32
14 years	4.7	9
≥16 years	76.6	147
Household income^a		
Low (<1456 €)	21.4	36
Middle (1456 to 2910 €)	48.8	82
High (>2910 €)	29.8	50
Marital status		
Married or living in a de facto relationship	52.1	100
Single	40.1	77
Divorced	7.8	15
Employment status		
Worker	77.6	149
Unemployed	4.7	9
Other	17.7	34

^a23 participants didn't report household income.

Compliance with each PREDIMED item is presented in Table 6, available as supplementary material ([SM3](#)).

Dietary Supplements

From our total initial sample (n=192), 30.2% (n=58) reported having ingested DS supplements in the prior 12 months. Multivitamin-mineral complexes (41.4%; n=24) and whey protein (31.0%; n=18) were the most consumed type of supplement (Table 2).

The main reasons reported for consuming DS were to increase energy/decrease fatigue (44.8%; n=26), maintain good health (44.8%; n=26), prevent/treat diseases or injuries (36.2%; n=21) (Table 3).

Nearly one third of DS consumers (31.6%; n=18) cited medical doctors as a source of information regarding DS, followed by scientific articles (24.1%; n=14). The majority of the DS consumers (29.3%; n=17) in this sample purchased their DS in supplement stores/herbalists, followed by online stores (27.6%; n=16).

Most DS users reported being very well (27.6%; n=16) or well-informed (34.5%; n=20) about DS.

Only the employment status had a statistically significant relationship with supplement intake (p=0.005), with DS users presenting a slightly higher proportion of active workers and no unemployed. Additional information regarding DS consumption is available as supplementary material ([SM4](#)).

Physical Activity Level

On the IPAQ-SF, 45.8% (n=88) of respondents were classified as having a high, 33.3% (n=64) moderate, and 20.8% (n=40) low physical activity level. According to the stated data, 64.1% (n=123) of respondents adhere to the WHO Physical Activity Recommendations, while 35.9% (n=69) don't. Regarding sedentary behavior, our sample averaged 6.4 (SD=0.2) daily hours of sitting.

IGD

The sample averaged 13.5 points (SD=5.4) on the IGDS9. No respondent accumulated a total score ≥ 36 , and thus no subject was classified as presenting IGD.

Logistic regression results

Sex: The chances of non-compliance regarding vegetable intake (OR=0.157; p=0.026) were lower, and the use of olive oil as the main cooking fat (OR=22.243; p \leq 0,001) were higher for females compared to males (Table 7, [SM3](#)).

Table 2. Types of dietary supplements consumed.

	%	n
Multivitamin/mineral complex	41.4	24
Whey protein	31.0	18
Sports bars	29.3	17
Magnesium	29.3	17
Omega 3	24.1	14
Caffeine	19.0	11
Vitamin C (ascorbic acid)	17.2	10
Sports drinks	13.8	8
Energy drinks	13.8	8
Creatine	13.8	8
Vitamin D ₃ (cholecalciferol)	12.1	7
Vegetable protein (soy pea rice)	10.3	6
Vitamin B ₁₂ (cobalamin)	10.3	6
Calcium	8.6	5
Gingko biloba	8.6	5
Glucosamine	8.6	5
Carbohydrates	6.9	4
Complex B vitamins	6.9	4
BCAAs	5.2	3
Chondroitin	5.2	3
Brewer's yeast	5.2	3
Vitamin E	5.2	3
Essential Amino Acids	3.4	2
Iron	3.4	2
Glutamine	3.4	2
Guarana	3.4	2
L-carnitine	3.4	2
Potassium	3.4	2
Flavonoids	1.7	1
Ginseng	1.7	1
Iodine	1.7	1
Lysine	1.7	1
Nitrates / Beetroot Juice	1.7	1
Vitamin B ₃ (niacin)	1.7	1
Zinc-selenium	1.7	1

Table 3. Reasons for using dietary supplements.

	%	n
Increase energy/decrease fatigue	44.8	26
Keep me healthy	44.8	26
Prevent/treat illness or injury	36.2	21
Gain muscle mass	27.6	16
Improve sports performance	24.1	14
Improve cognitive performance	19.0	11
Speed up recovery	17.2	10
Compensate for eating errors	17.2	10
Gain strength	17.2	10
Increase concentration/focus	15.5	9
Decrease stress	10.3	6
Cognitive stimulation	6.9	4
Lose weight	6.9	4
Help to relax	5.2	3
Increase resistance	5.2	3
Increase emotional control	5.2	3
Gain weight	1.7	1
Doctor's prescription	1.7	1
Make me faster	1.7	1

Age: Higher age was associated with lower chances of scoring a PREDIMED total value below the median (<7), in both raw (OR=0.977; p=0.027) and adjusted models (OR=0.967; p=0.031) (Table 4).

The chances of non-compliance concerning fruit (OR=0.955; p=0.009), red and processed meats (OR=0.933; p≤0.001), wine (OR=0.936; p=0.019), legumes (OR=0.966; p=0.023) and fish or shellfish (OR=0.969; p=0.042) consumption were also lower for older individuals (Table 7, [SM3](#)).

BMI: Chances for non-compliance regarding the intake of butter, margarine, or cream were higher for individuals with higher BMI (OR=1.120; p=0.009), as well as the chances of non-compliance regarding the use of olive oil as main cooking (OR=1.183; p=0.032), and fish or shellfish consumption (OR=1.087; p=0.036) (Table 7, [SM3](#)).

Chess related-variables: The likelihood of non-compliance concerning pastries or sweets consumption was greater for individuals with longer weekly chess practice (3rd tercile) compared to those with less (1st tercile) (OR=3.127; p=0.007).

The chances of non-compliance concerning red and processed meat consumption were found for those with a higher Elo rating versus individuals who didn't report an Elo rating (OR=4.935; p=0.005). Despite not reaching statistical significance, participants with an Elo rating >1700 tended for a greater likelihood (OR=2.148; p=0.118) of non-adherence to vegetable consumption (Table 5).

Physical Activity Level: The likelihood of non-compliance concerning vegetable intake was greater for individuals with low (OR=2.837; p=0.021) and moderate (OR=2.664; p=0.012) compared with those with high physical activity level. A similar outcome was found concerning fruit consumption for those with low levels of physical activity (OR=4.580; p=0.015) (Table 7, [SM3](#)).

IGD: In the unadjusted model, the chances for a total PREDIMED score below the median were higher for those with a higher total IGD score (OR=1.067; p=0.019) (Table 4). In addition, the likelihood of non-compliance regarding fish or shellfish consumption was greater for players with higher IGD scores (OR=1.078; p=0.021) (Table 5).

Additional logistic regression results regarding predictors of non-compliance with each of the 14 PREDIMED items is provided as supplementary material ([SM3](#)).

DISCUSSION

Sociodemographics

The collected data imply that the majority of the sample is male (93.8%), and from the middle and upper classes as they were more likely to be employed, reported high levels of education, and reasonably high monthly incomes (>1455 €).

Our results suggest that higher age correlates with lower chances for a total PREDIMED score below the median and lower chances of non-compliance regarding fruit, red and processed meats, wine, legumes, and fish or shellfish consumption. This is in line with the IAN-AF 2015-16 study, which registered greater adherence to the MD in older individuals¹³.

BMI

Excessive body fat significantly raises the risk of a myriad of health complications, including cardiovascular diseases,

Table 4. Predictors of overall low adherence to the Mediterranean diet.

		PREDIMED Total < Median			
		Crude model		Adjusted model ^d	
<i>p</i> (Model)		---		0.260	
Nagelkerke's R2		---		0.120	
	n	p	Exp(β) (95%CI)	p	Exp(β) (95%CI)
Sex		0.478		0.334	
Male	180		1 (Ref.)		1 (Ref.)
Female	12		0.639 (0.186; 2.200)		0.515 (0.134; 1.977)
Age	192	0.027*	0.977 (0.957; 0.997)	0.031*	0.967 (0.938; 0.997)
BMI	192	0.379	1.030 (0.964; 1.101)	0.055	1.078 (0.998; 1.164)
PA level		0.961		0.823	
Low	40	0.848	0.929 (0.437; 1.976)	0.937	1.036 (0.435; 2.467)
Moderate	64	0.794	0.917 (0.479; 1.757)	0.581	0.814 (0.392; 1.692)
High	88		1 (Ref.)		1 (Ref.)
Chess practice/week (h)^a		0.454		0.372	
1 st tercile	79		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	56	0.215	1.548 (0.775; 3.092)	0.223	1.586 (0.755; 3.334)
3 rd tercile	57	0.737	1.126 (0.563; 2.252)	0.911	0.957 (0.438; 2.091)
No. of competitions^b		0.625		0.475	
1 st tercile	90		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	45	0.537	0.794 (0.382; 1.652)	0.554	0.768 (0.320; 1.841)
3 rd tercile	57	0.632	1.177 (0.604; 2.292)	0.495	1.359 (0.563; 3.284)
Years of chess practice		0.575		0.658	
1 st tercile	68		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	61	0.750	0.893 (0.446; 1.789)	0.564	0.791 (0.356; 1.757)
3 rd tercile	63	0.301	0.692 (0.345; 1.389)	0.712	1.211 (0.438; 3.345)
ELO score		0.598		0.769	
NR ^c (reference)	69		1 (Ref.)		1 (Ref.)
≤1700	63	0.337	0.712 (0.355; 1.425)	0.501	0.747 (0.320; 1.747)
>1700	60	0.876	0.946 (0.472; 1.895)	0.865	0.922 (0.363; 2.345)
Registered in the FPX		0.625		0.913	
No	68		1 (Ref.)		1 (Ref.)
Yes	124		0.862 (0.475; 1.584)		0.954 (0.407; 2.233)
Total IGD score	192	0.019*	1.067 (1.011; 1.126)	0.052	1.062 (0.999; 1.129)

n: Sample size; p: Probability value; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval; Ref.: Reference; BMI: Body mass index; FPX: Portuguese Chess Federation; IGD: Internet gaming disorder; PA: Physical activity level.

Exp(β) <1 implies a total PREDIMED score above the median; Exp(β) >1 implies a total PREDIMED score below the median.

^[a]Number of hours of chess practice per week; ^[b]Number of chess competitions in the prior 12 months; ^[c]NR: Not reported or reported "zero";

^[d]Model adjusted for all the independent variables. *p<0.05.

Table 5. Predictors of non-compliance of chess-related variables with specific PREDIMED items.

	Vegetables ≥ 2 servings/day			Red or processed meats < 1 serving/day	
<i>p</i> (Model)			---		0.011*
Nagelkerke's R2			---		0.195
	n	p	OR (95%CI)	p	OR (95%CI)
Chess practice (h/week)^a		0.295		0.414	
1 st tercile	79		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	56	0.817	1.094 (0.511; 2.343)	0.252	1.642 (0.703; 3.837)
3 rd tercile	57	0.135	1.830 (0.828; 4.042)	0.888	0.941 (0.401; 2.203)
No. of competitions^b		0.732		0.318	
1 st tercile	90		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	45	0.587	0.782 (0.322; 1.900)	0.133	0.484 (0.188; 1.247)
3 rd tercile	57	0.448	0.705 (0.286; 1.740)	0.382	0.643 (0.239; 1.731)
Years of chess practice		0.806		0.516	
1 st tercile	68		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	61	0.582	0.794 (0.349; 1.806)	0.273	0.597 (0.237; 1.502)
3 rd tercile	63	0.570	0.744 (0.268; 2.066)	0.866	0.912 (0.315; 2.640)
ELO score		0.020*		0.016*	
NR ^c (reference)	69		1 (Ref.)		1 (Ref.)
≤1700	63	0.291	0.630 (0.268; 1.485)	0.297	1.642 (0.647; 4.169)
>1700	60	0.118	2.148 (0.824; 5.600)	0.005	4.935 (1.609; 15.138)
Registered in the FPX		0.394		0.414	
No	68		1 (Ref.)		1 (Ref.)
Yes	124		1.456 (0.614; 3.453)		0.678 (0.267; 1.723)
Total IGD score	192	0.673	1.014 (0.952; 1.079)	0.936	0.997 (0.928; 1.071)

n: Sample size; p: Probability value; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval; Ref.: Reference; BMI: Body mass index; PA: Physical activity level; FPX: Portuguese Chess Federation; IGD: Internet gaming disorder.

^aNumber of hours of chess practice per week, ^bNumber of chess competitions in the prior 12 months; ^cNR: Not reported or reported an ELO score of zero.

Note: All logistic regressions were adjusted for sex, age, BMI, and physical activity level. For each PREDIMED item, ORs <1 imply better compliance. ORs >1 imply poorer compliance.

metabolic syndrome¹⁸, mild cognitive impairment, and brain atrophy⁹, which could impair chess performance.

According to a national inquiry conducted in 2015-16, excessive adiposity characterizes more than half of the adult Portuguese population, with 36.5% being overweight, and 21.6% obese¹³. This scenario appears rather similar for our sample of Portuguese chess players as the majority classified either as overweight (35.9%) or obese (19.8%).

Chess-Related Variables

Our study detected a positive association between a higher Elo rating and non-compliance for red and processed meat

consumption and a trend for non-compliance regarding vegetable ingestion. An additional positive association between a higher number of hours of chess play per week and non-compliance concerning the consumption of pastries and sweets was found.

Fornal-Urban *et al.* (2008) reported high consumption of sweets in a sample of young (8 to 19 years) Polish elite chess players. 21.5% of respondents reported eating sweets several times per day. More than half (57.2%) declared consuming a sweet at least once per day, and a considerably greater proportion (79.2%) ingested at least one sweet per day on tournament days¹¹. Additionally, 13.3% only ate fruit and vegetables once a day and 39.5% included them in at least three meals per day¹¹.

Table 5. Continuation.

		Fish or seafood \geq 3 servings/week		Commercial pastries/sweets \leq 2 occasions/week	
<i>p</i> (Model)		0.001*		0.062	
Nagelkerke's R2		0.246		0.159	
	n	p	OR (95 % CI)	p	OR (95 % CI)
Chess practice (h/week)^a		0.725		0.026*	
1 st tercile	79		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	56	0.769	0.893 (0.419; 1.902)	0.107	1.929 (0.868; 4.286)
3 rd tercile	57	0.424	0.724 (0.327; 1.599)	0.007*	3.127 (1.363; 7.173)
No. of competitions^b		0.867		0.825	
1 st tercile	90		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	45	0.871	0.929 (0.381; 2.266)	0.864	1.082 (0.441; 2.654)
3 rd tercile	57	0.713	1.187 (0.475; 2.967)	0.655	0.811 (0.324; 2.030)
Years of chess practice		0.684		0.201	
1 st tercile	68		1 (Ref.)		1 (Ref.)
2 nd tercile	61	0.874	0.936 (0.415; 2.112)	0.073	2.167 (0.930; 5.050)
3 rd tercile	63	0.490	1.430 (0.517; 3.954)	0.402	1.571 (0.546; 4.526)
ELO score		0.053		0.672	
NR ^c (reference)	69		1 (Ref.)		1 (Ref.)
\leq 1700	63	0.653	1.222 (0.510; 2.930)	0.705	1.186 (0.490; 2.875)
$>$ 1700	60	0.087	0.434 (0.167; 1.131)	0.667	0.806 (0.301; 2.155)
Registered in the FPX		0.446		0.696	
No	68		1 (Ref.)		1 (Ref.)
Yes	124		1.408 (0.584; 3.393)		0.839 (0.348; 2.024)
Total IGD score	192	0.021*	1.078 (1.011; 1.150)	0.514	1.021 (0.960; 1.086)

As becoming a highly competitive and successful chess player requires extensive chess practice (3,000 to 23,600 hours)¹⁹, the increased dedication and consequent proficiency in chess may translate into lower care or inhibitory control regarding diet quality²⁰. Indeed, our sample reported 6.3 hours of chess practice per week, and Fornal-Urban *et al.* (2008) registered notoriously greater values, with a weekly average of 11.5 hours (SD=6.4) for high-ranked youth chess players¹¹.

Additionally, given that most respondents in our sample had college degrees, the most dedicated and professional chess players may acknowledge glucose as the brain's primary energy source⁹ and be aware of its potential nootropic qualities. Thus, they might resort to sweet pastries, sugary confectionaries, and soft drinks as sources of simple sugars to enhance their performance in chess practice and competitions.

We theorize that highly cognitively demanding chess practice may increase stress and anxiety, and decrease blood glucose due to increased brain glucose consumption⁹, which may increase cravings for carbohydrate-rich foods²¹, particularly on competition days¹¹.

Mediterranean Dietary Pattern

Besides affecting health and body composition, dietary habits also influence cognition⁹. Existing literature suggests that healthy dietary patterns correlate with optimum brain performance⁹. Compared to a control diet, a meta-analysis of randomized controlled studies found significant effect sizes (ES) in favor of an MD for eight cognitive domains, including global cognition (ES=0.24, 95%CI=-0.00; 0.47), working memory (ES=0.20, 95%CI=-0.02; 0.42), and executive function (ES=0.22,

95%CI=-0.04; 0.48)²², which contribute to chess gaming performance³.

According to the IAN-AF 2015-16 study, 15.7% of Portuguese adults (18 to 64 years) have high, 50% moderate, and 34.3% low adherence to the MD¹³. Our research uncovered slightly better adhesion values. 16.7% of our sample was categorized with high adherence to the MD, 58.9% as moderate, and 24.5% of subjects had low compliance. Additionally, the IAN-AF 2015-16 survey found that 57% of Portuguese adults do not consume the minimum amount of fruit and vegetables recommended by the WHO (400 g/day)¹³. Our study revealed lower conformity to the WHO recommendations: 75% of chess players ingested less than 5 portions a day, while only a quarter (25%) ingested at least that amount.

Typically low in nutrients and rich in added sugars, the ingestion of soft drinks has been correlated to health-damaging weight gain⁹. 18.2% of our sample reported consuming one or more soft drinks per day. In comparison, the prevalence of daily consumption of ≥ 220 g of soft drinks in the IAN-AF 2015-16 inquiry was 15% for adults¹³.

According to a meta-analysis, the risk of colorectal cancer increases by 17% (95%CI=5%; 31%) for 100 g of red meat and by 18% (95%CI=10%; 28%) for 50 g of processed meat consumed daily²³. The IAN-AF 2015-16 investigation determined that 25.5% of Portuguese adults ingest more than 100 to 150 g of red meat per day¹³. In contrast, our study registered notoriously higher values (67.7%) for the daily consumption of ≥ 100 to 150 g of red or processed meat.

Dietary Supplements Consumption

A reference Portuguese population reported similar values for frequency of DS consumption, with 29.2% of adults (18 to 64 years) admitting the use of DS¹³, mainly multivitamin complexes (37.8%)¹³. Additionally, 26% reported the same main motivation for utilizing DS: "To lessen fatigue or enhance focus"²⁴.

Although the employment status differed between those who reported the intake of DS and those who did not, this result has little relevance to practice as our total sample only included nine unemployed individuals and also due to the existence of the "Other" category.

Sedentarism and Physical Activity

Our sample averaged more than six daily hours (6.4; SD=0.2) spent sitting, a slightly higher value than the 5.5 hours/day reported in the IAN-AF 2015-16 study²⁵. Sedentary activity may negatively impact overall health as it raises the risk of cardiovascular diseases, diabetes mellitus, malignancies, and

all-cause mortality⁸. In contrast, physical exercise correlates with optimal cognitive performance⁸ and it is reasonable to presume that fitness training may also help to enhance chess-related abilities including memory, cognitive processing speed, and fluid intelligence³.

The IAN-AF 2015-16 survey revealed that only 27.1% of the Portuguese adult population had a high level of physical activity, while 30.6% had a moderate, and 42.3% had a low level²⁵. In comparison, our inquiry registered a higher prevalence of high (45.8%) and moderate (33.3%) levels of physical activity in chess players, with 64.1% adhering to the WHO Physical Activity Recommendations²⁶. Moreover, low, and moderate levels of physical activity were negatively associated with fruit and vegetable consumption, respectively, compared to high physical activity levels.

Contrary to the anecdotal belief that esports contestants are inactive, top-level esports competitors of various esports titles have been documented to be physically active. A survey conducted in Portugal, which applied the IPAQ-SF to 433 players of a distinct esports title (EA SPORTS™ FIFA), reported even higher percentages for "high" levels of physical activity (84.5%) while reporting 12.9% for "moderate" and only 2.5% for "low" levels of physical activity. Additionally, the median daily sitting time was lower (5.3 hours) than ours²⁷, and relatively similar to the mean 5.5 hours/day reported in the IAN-AF 2015-16 inquiry²⁵.

IGD

IGD is associated with decreased mental health and poorer healthy habits, including sedentarism, insufficient sleep, and poor nutrition²⁸. As our sample averaged 13.5 (SD=5.4) on the IGD total score, it doesn't seem affected by gaming disorder. Although no respondent met the classification criteria for IGD, a higher score was associated with a lower total PREDIMED score and greater chances of non-compliance regarding fish or shellfish consumption, which may suggest less concern about adhering to an adequate dietary pattern due to greater dedication to the game.

Lower educational levels are linked to lower income, shorter longevity, unhealthy lifestyles, inactivity²⁹, and lower adherence to the MD³⁰. The fact that most respondents (76.6%) had at least a bachelor's degree may partially explain why our sample reported higher levels of physical activity and greater adherence to the MD than those reported by the IAN-AF 2015-16 study¹³.

Limitations

This investigation carries intrinsic limitations. Significant bias may have occurred due to users' self-selection (volunteer effect), and duplicate responses, submitting fraudulent information, or

purposefully erroneous responses. The low number of female respondents in our sample also limited comparisons between sexes.

CONCLUSIONS

Portuguese chess players are predominantly male, with higher education, belong to a medium-high socioeconomic stratum, and practice chess for 6,3 hours/day on average. They exhibit an approximate similar profile of BMI, MD adherence, DS intake, and a higher physical activity level compared to a reference population. However, they also register more daily hours spent sitting, a lower consumption of fruit and vegetables, and a higher consumption of red or processed meat. Higher IGD scores associated with a lower adhesion to the MD and fish or shellfish consumption. Greater Elo scores correlated with higher red and processed meat consumption and a trend for lower vegetable ingestion. Moreover, a higher number of hours of chess play per week related to greater consumption of pastries and sweets. The most dedicated chess players may be less concerned with maintaining a balanced diet and may require supervision from health professionals. Additional investigations are needed to clarify the influence of diet-related variables and chess playing performance.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

F.J.R. conceived the study, designed, and applied the survey, collected, and cleaned the descriptive statistical data, and drafted the manuscript. R.P. conceived and performed the statistical analysis and helped to draft the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

FUNDING

The authors declare that there has been no funding to carry out this study.

COMPETING INTERESTS

The authors express that there are no conflicts of interest when writing the manuscript.

REFERENCES

- (1) Behler C. The 2020 Chess Boom - A 1,500-year-old game is now conquering the internet medium.com: medium.com; 2020 [updated 31/07/2021; cited 31/07/2021. Available from: <https://medium.com/super-jump/the-2020-chess-boom-992427704a28>.
- (2) Kerssick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jager R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018; 15(1): 38. doi: 10.1186/s12970-018-0242-y.
- (3) Burgoyne AP, Sala G, Gobet F, Macnamara BN, Campitelli G, Hambrick DZ. The relationship between cognitive ability and chess skill: A comprehensive meta-analysis. *Intell.* 2016; 59: 72-83. doi: 10.1016/j.intell.2016.08.002.
- (4) Sports Governed by International Federations Recognised by the International Olympic Committee: IOC; 2021. Available from: <https://olympics.com/ioc/recognised-international-federations>.
- (5) Franke AG, Dietz P, Ranft K, Balló H, Simon P, Lieb K. The Use of Pharmacologic Cognitive Enhancers in Competitive Chess. *Epidemiology.* 2017; 28(6): e57-e8. doi: 10.1097/ede.0000000000000737.
- (6) Franke AG, Gränsmark P, Agricola A, Schühle K, Rommel T, Sebastian A, et al. Methylphenidate, modafinil, and caffeine for cognitive enhancement in chess: A double-blind, randomised controlled trial. *Eur Neuropsychopharmacol.* 2017; 27(3): 248-60. doi: 10.1016/j.euroneuro.2017.01.006.
- (7) Kozhuharov VR, Ivanov K, Ivanova S. Dietary Supplements as Source of Unintentional Doping. *Biomed Res Int.* 2022; 2022: 8387271. doi: 10.1155/2022/8387271.
- (8) Falck RS, Davis JC, Liu-Ambrose T. What is the association between sedentary behaviour and cognitive function? A systematic review. *Br J Sports Med.* 2017; 51(10): 800-11. doi: 10.1136/bjsports-2015-095551.
- (9) Ribeiro FJ, Viana V, Borges N, Teixeira VH. The emergence of eSports nutrition: A review. *Cent Eur J Sport Sci Med.* 2021. doi: 10.18276/cej.2021.1-08.
- (10) Gupta D, Bennett-Li L, Velleman R, George S, Nadkarni A. Understanding internet gaming addiction in clinical practice. *BJPsych Advances.* 2021; 27(6): 383-93. doi: 10.1192/bja.2020.81.
- (11) Fornal-Urban A, Keska A, Dobosz J, Nowacka-Dobosz S. Nutritional habits of young chess players. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab.* 2008; 14(3): 187-91.
- (12) Eysenbach G. Improving the quality of Web surveys: the Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES). *J Med Internet Res.* 2004; 6(3): e34-e. doi: 10.2196/jmir.6.3.e34.
- (13) Lopes C, Torres D, Oliveira A, Severo M, Alarcão V, Guiomar S, et al. Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, IAN-AF 2015-2016: relatório de resultados 2017. Cited 05/05/2023. Available from: https://ian-af.up.pt/sites/default/files/IAN-AF%20Relat%C3%B3rio%20Resultados_0.pdf.
- (14) Schröder H, Fitó M, Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Salas-Salvadó J, et al. A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *J Nutr.* 2011; 141(6): 1140-5. doi: 10.3945/jn.110.135566.
- (15) Martínez-González M, Corella D, Salas-Salvadó J, Ros E, Covas MI, Fiol M, et al. Cohort profile: design and methods of the PREDIMED study. *Int J Epidemiol.* 2012; 41(2): 377-85. doi: 10.1093/ije/dyq250.

- (16) Cruz S. Avaliação dos hábitos nutricionais da população portuguesa. Open Repository of the University of Porto: University of Porto; 2014.
- (17) A healthy lifestyle - WHO recommendations: World Health Organization; 2010. Cited 19/01/2024. Available from: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>.
- (18) Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021; 12: 706978. doi: 10.3389/fendo.2021.706978.
- (19) Gobet F, Campitelli G. The role of domain-specific practice, handedness, and starting age in chess. *Dev Psychol*. 2007; 43(1): 159-72. doi: 10.1037/0012-1649.43.1.159.
- (20) Cronin JM, McCarthy MB. Preventing game over: A study of the situated food choice influences within the videogames subculture. *J Soc Mark*. 2011; 1(2): 133-53. doi: 10.1108/20426761111141887.
- (21) Strachan MW, Ewing FM, Frier BM, Harper A, Deary IJ. Food cravings during acute hypoglycaemia in adults with Type 1 diabetes. *Physiol Behav*. 2004; 80(5): 675-82. doi: 10.1016/j.physbeh.2003.12.003.
- (22) Radd-Vagenas S, Duffy SL, Naismith SL, Brew BJ, Flood VM, Fiatarone Singh MA. Effect of the Mediterranean diet on cognition and brain morphology and function: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2018; 107(3): 389-404. doi: 10.1093/ajcn/nqx070.
- (23) Chan DS, Lau R, Aune D, Vieira R, Greenwood DC, Kampman E, Norat T. Red and processed meat and colorectal cancer incidence: meta-analysis of prospective studies. *PLoS One*. 2011; 6(6): e20456. doi: 10.1371/journal.pone.0020456.
- (24) Felício A. Consumo de suplementos alimentares em Portugal. Centro de Estudos de Gestão do Instituto Superior de Economia e Gestão Lisboa [Internet]. 2006. Cited 02/03/2023. Available from: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/15915>.
- (25) Teixeira PJ, Marques A, Lopes C, Sardinha LB, Mota JA. Prevalence and Preferences of Self-Reported Physical Activity and Nonsedentary Behaviors in Portuguese Adults. *J Phys Act Health*. 2019; 16(4): 251-8. doi: 10.1123/jpah.2018-0340.
- (26) Global recommendations on physical activity for health. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>: WHO - Guidelines Review Committee; 2010.
- (27) Pereira AM, Verhagen E, Figueiredo P, Seabra A, Martins A, Brito J. Physical Activity Levels of Adult Virtual Football Players. *Front Psychol*. 2021; 12: 596434. doi: 10.3389/fpsyg.2021.596434.
- (28) King DL, Wölfling K, Potenza MN. Taking Gaming Disorder Treatment to the Next Level. *JAMA Psychiatry*. 2020; 77(8): 869-70. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2020.1270.
- (29) Zajacova A, Lawrence EM. The Relationship Between Education and Health: Reducing Disparities Through a Contextual Approach. *Annu Rev Public Health*. 2018; 39: 273-89. doi: 10.1146/annurev-publhealth-031816-044628.
- (30) Hu EA, Toledo E, Diez-Espino J, Estruch R, Corella D, Salas-Salvado J, et al. Lifestyles and risk factors associated with adherence to the Mediterranean diet: a baseline assessment of the PREDIMED trial. *PLoS One*. 2013; 8(4): e60166. doi: 10.1371/journal.pone.0060166.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



www.renhyd.org



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Correlación entre CUN-BAE, índice de masa corporal y circunferencia de cintura en adultos chilenos: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017

Miquel Martorell^{a,b,#,*}, Danahe Barrientos^{c,#}, Karina Ramírez-Alarcón^b, Gabriela Nazar^{a,d}, Claudia Troncoso-Pantoja^e, Yeny Concha-Cisternas^{f,g}, Felipe Díaz-Toro^h, Ana María Leivaⁱ, Solange Parra-Soto^{j,k}, Fanny Petermann-Rocha^l, Carlos Celis-Morales^{f,k,m}, Ana María Labraña^b, (en representación del grupo de investigación ELHOC)

^a Centro de Vida Saludable, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

^b Departamento de Nutrición y Dietética, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

^c Programa de Magíster en Nutrición Humana, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

^d Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

^e Centro de Investigación en Educación y Desarrollo (CIEDE-UCSC), Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

^f Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.

^g Pedagogía en Educación Física, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Chile, Talca, Chile.

^h Facultad de Enfermería, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

ⁱ Instituto de Anatomía, Histología y Patología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile, Chile.

^j Departamento de Nutrición y Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile.

^k School of Cardiovascular and Meatbolic Health, University of Glasgow, Glasgow, United Kingdom.

^l Centro de Investigación Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

^m Human Performance Lab, Education, Physical Activity and Health Research Unit, University Católica del Maule, Talca, Chile.

MM y DB contribuyeron de igual forma a este manuscrito y son considerados primer autor compartido.

* mmartorell@udec.cl

Editor Asignado: Ashuin Kammar-García. Instituto Nacional de Geriátría, Ciudad de México, México.

Recibido el 14 de noviembre de 2023; aceptado el 14 de febrero de 2024; publicado el 2 de junio de 2024.

CITA

Martorell M, Barrientos D, Ramírez-Alarcón K, Nazar G, Troncoso-Pantoja C, Concha-Cisternas Y, Díaz-Toro F, Leiva AM, Parra-Soto S, Petermann-Rocha F, Celis-Morales C, Labraña AM. Correlación entre CUN-BAE, índice de masa corporal y circunferencia de cintura en adultos chilenos: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 124-34.

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2076>



PALABRAS CLAVE

Composición Corporal;
Grasa Corporal;
Índice Masa Corporal;
Circunferencia de Cintura;
Obesidad.

➤ **Correlación entre CUN-BAE, índice de masa corporal y circunferencia de cintura en adultos chilenos: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017**

RESUMEN

Introducción: Dada la complejidad y costos para determinar el porcentaje de grasa corporal en humanos, se busca establecer nuevas fórmulas para determinar esta variable. La ecuación CUN-BAE usa indicadores simples como sexo e índice de masa corporal (IMC) para estimar el porcentaje de grasa corporal. El objetivo fue determinar el grado de correlación entre el porcentaje de grasa corporal, obtenido mediante ecuación CUN-BAE, IMC y circunferencia de cintura (CC) en adultos chilenos pertenecientes a la muestra de los participantes de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017.

Metodología: Se incluyeron 5.583 participantes de la ENS 2016-2017, en quienes se obtuvieron medidas antropométricas para determinar IMC, estado nutricional y CC. Se determinó el porcentaje de masa grasa según la ecuación CUN-BAE. La correlación entre IMC, CC y CUN-BAE se analizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r).

Resultados: El IMC y el porcentaje de masa grasa según ecuación CUN-BAE presentaron una fuerte correlación tanto en hombres ($r=0,924$, $p<0,0001$) como en mujeres ($r=0,929$, $p<0,0001$). Las mujeres presentaron una correlación más alta entre CUN-BAE e IMC y CC que los hombres. En el caso de la correlación entre CC y porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE también se logró observar una fuerte correlación tanto para hombres ($r=0,817$, $p<0,0001$) como mujeres ($r=0,812$, $p<0,0001$).

Conclusión: La ecuación CUN-BAE para determinar el porcentaje de grasa corporal presenta una fuerte correlación con respecto a IMC y CC. Se requieren de otras investigaciones que evalúen la capacidad predictora de enfermedades crónicas no transmisibles de CUN-BAE en población chilena.

➤ **Correlation between CUN-BAE, Body Mass Index, and Waist Circumference in Chilean Adults: Analysis of data from the 2016-17 Chilean National Health Survey**

ABSTRACT

Introduction: Given the complexity and costs involved in measuring body fat percentage in humans, there is a quest to establish new methods for determining this variable. The CUN-BAE equation utilizes simple indicators such as sex and Body Mass Index (BMI) to estimate body fat percentage. The objective was to determine the degree of correlation between the percentage of body fat obtained through the CUN-BAE equation, BMI, and waist circumference (WC) in Chilean adults from the interviewed sample of the National Health Survey (CNHS) 2016-2017.

Methodology: 5,583 participants of the CNHS 2016-2017 were included, where specific anthropometric measurements were taken to determine BMI, nutritional status, and WC. In addition, the percentage of fat mass was determined according to the CUN-BAE equation. The correlation between BMI, WC, and CUN-BAE was analyzed using the Pearson correlation coefficient (r).

Results: BMI and percentage of fat mass according to the CUN-BAE equation presented a strong correlation both in men ($r=0.924$, $p<0.0001$) and women ($r=0.929$, $p<0.0001$). Women presented a higher correlation between CUN-BAE and BMI and WC than men. In the case of the correlation between WC and percentage of body fat mass according to CUN-BAE, a strong correlation was also observed for both men ($r=0.817$, $p<0.0001$) and women ($r=0.812$, $p<0.0001$).

Conclusions: The CUN-BAE equation to determine the percentage of body fat has a strong correlation with respect to BMI and WC. Further studies are required to evaluate the predictive capacity of CUN-BAE for chronic noncommunicable diseases in the Chilean population.

KEYWORDS

Body Composition;
Fat Body;
Body Mass Index;
Waist circumference;
Obesity.

MENSAJES CLAVE

1. El exceso de grasa corporal está ligado al desarrollo de comorbilidades.
2. CUN-BAE es una ecuación predictiva de fácil aplicación para determinar el % de masa grasa.
3. En la población chilena hay una correlación positiva de CUN-BAE con IMC y CC.

INTRODUCCIÓN

La obesidad se define como el almacenamiento anormal o excesivo de grasa corporal y se reconoce como una enfermedad crónica y multifactorial que alcanzó proporciones de pandemia a nivel mundial¹. Se estima que cada año se suman 3,6 millones de personas obesas en el mundo². En el caso de Chile, el sobrepeso y obesidad afectan a más del 70% de la población³, posicionándolo como el segundo país de América Latina con mayor prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovasculares⁴. Para el año 2030, se proyecta una prevalencia de obesidad en Chile del 33%⁵.

El exceso de grasa corporal se relaciona con diversas enfermedades crónicas, como diabetes tipo 2, hipertensión arterial, dislipidemias, síndrome metabólico y cáncer, entre otras^{6,7}. Estas patologías están asociadas con la inflamación sistémica provocada por el aumento de adipocinas y hormonas sintetizadas por los adipocitos y macrófagos del tejido adiposo, así como la hiperactividad del sistema nervioso central y la secreción de insulina, causados por el exceso de acumulación de grasa en el organismo⁸. Es por esta razón que el diagnóstico de sobrepeso u obesidad es fundamental para prevenir el desarrollo de dichas enfermedades⁹.

En la práctica clínica, el diagnóstico de obesidad se determina de manera habitual utilizando el índice de masa corporal (IMC)¹⁰, que es un indicador de nutrición global, que no diferencia entre los componentes corporales de masa grasa y masa muscular, pero sigue siendo utilizado debido a su facilidad de utilización en contextos clínicos y de atención primaria¹¹. Este índice se complementa con otras mediciones antropométricas, como la circunferencia de cintura (CC) y la absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA), esta última considerada el *gold standard* para analizar la composición corporal en humanos^{12,13}.

Dado que la utilización de técnicas más precisas para medir la grasa corporal puede ser costosa y de difícil acceso es que se continúa trabajando en nuevas formas para determinar el porcentaje de grasa corporal total y de ese modo, complementar el diagnóstico basado en el IMC. Un ejemplo es la fórmula CUN-BAE (Clínica Universidad de Navarra-*Body Adiposity Estimator*), una ecuación predictiva de fácil aplicación, que permite determinar el porcentaje (%) de masa grasa basándose en indicadores fáciles de obtener, como sexo e IMC, sin necesitar tecnología sofisticada¹⁴. Esta fórmula ha mostrado ser útil para identificar altos niveles de adiposidad corporal en sujetos adultos considerados delgados y con sobrepeso¹⁴. Lo anterior puede ser útil para detectar falsos delgados o delgados metabólicamente obesos, los cuales presentan altos riesgos de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) al no mantener un control médico por la falsa apariencia de su estado nutricional¹⁵. También se ha postulado como un fuerte predictor de diabetes en la práctica clínica^{7,16}.

En este contexto, el objetivo fue determinar el grado de correlación entre el porcentaje de grasa corporal, obtenido mediante ecuación CUN-BAE, el IMC y la CC en adultos chilenos pertenecientes a la muestra de los participantes de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017.

METODOLOGÍA

Diseño y muestra del estudio

Se realizó un estudio de prevalencia tipo transversal aleatorio, estratificado por conglomerado, utilizando la base de datos de la ENS 2016-2017. La población de estudio fue de 6.233 personas chilenas y/o extranjeras de 15 años o más que residían de forma habitual en viviendas particulares, localizadas en zonas urbanas y rurales de las quince regiones de Chile. Este estudio incluyó una muestra total de 5.583 personas, que contaban con datos de medidas antropométricas específicas como peso corporal, talla y CC para determinar IMC y estado nutricional, además de la recolección de variables sociodemográficas con el fin de caracterizar a la población. Para ponderar la muestra a población nacional, se aplicaron los factores de expansión sugeridos por la ENS 2016-2017, por lo tanto, la muestra expandida incluida en este estudio representa a 14.449.868. El protocolo de la ENS 2016-2017 fue aprobado por el Comité de Ética de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile y todos los participantes firmaron un consentimiento informado.

Medidas antropométricas

La medición de peso, talla corporal y CC fueron determinados según métodos estandarizados previamente descritos¹⁷. El estado nutricional de los participantes se obtuvo según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para adultos¹⁰. La obesidad central se determinó utilizando el valor de CC y se clasificó de acuerdo a los criterios de la OMS para mujeres (>80 cm) y hombres (>90 cm)¹⁸.

Composición corporal

El porcentaje de grasa corporal se determinó según la ecuación CUN-BAE propuesta por Gomez-Ambrosi *et al.*¹⁴:

$$\begin{aligned} \%GC = & -44,988 + (0,503 \times \text{edad}) + (10,689 \times \text{sexo}) \\ & + (3,172 \times \text{IMC}) - (0,026 \times \text{IMC}^2) + (0,181 \times \text{IMC} \times \text{sexo}) \\ & - (0,02 \times \text{IMC} \times \text{edad}) - (0,005 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) \\ & + (0,00021 \times \text{IMC}^2 \times \text{edad}) \end{aligned}$$

En donde el sexo se codifica de manera diferente para hombres (=0) y mujeres (=1) y la edad se considera en años. La clasificación

del estado nutricional según el porcentaje de grasa corporal se categorizó como normal en <30% en mujeres y <20% en hombres, sobrepeso del 30 al 35% en mujeres y del 20 al 25% en hombres, y obesidad en >35% en mujeres y 25% en hombres¹⁴.

Variables sociodemográficas y de estilos de vida

Las variables sociodemográficas utilizadas para este estudio fueron edad en años, las que fueron clasificadas en tres categorías: <37 años, 37-56 años y ≥57 años; zona geográfica clasificada en dos categorías como urbano y rural; nivel educacional que fue clasificado en 3 categorías según años cursados: ≤8 años, 9- 12 años y >12 años y ocupación clasificado en cuatro categorías: trabajador (a), dueña o dueño de casa, estudiante, jubilado u otro. Todas las variables fueron recopiladas a través de los cuestionarios estandarizados y validados en la población nacional según protocolos descritos en la ENS 2016-2017¹⁹.

Los datos relacionados con los estilos de vida fueron obtenidos a través de autorreporte de salud y bienestar, horas de sueño al día, hábito tabáquico, *LifeStyle Score full* y el cumplimiento de las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA) para la población chilena^{20,21}. Los niveles de actividad física y su intensidad fueron reportados mediante el cuestionario *Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ v2)*²². La actividad física total fue expresada en MET/min/día y evaluada en 3 dimensiones, incluyendo la suma del tiempo reportado en actividades de transporte, en el trabajo y tiempo libre.

Análisis estadístico

Todos los análisis fueron realizados mediante la aplicación de un valor de ajuste sugerido por la ENS 2016-2017 para muestras complejas, lo cual permite corregir las características de la población encuestada a las características representativas de la población nacional. Se realizó la caracterización de la muestra estudiada a través de análisis descriptivos como promedios para variables continuas y como proporción para variables categóricas, con un intervalo de confianza (IC) del 95%, agrupados por sexo y clasificación de porcentaje de masa grasa según CUN-BAE.

Se evaluó la correlación entre las medidas estudiadas (IMC, CC y CUN-BAE), utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (r) con su respectivo IC del 95%. Como variables categóricas se analizaron la distribución del IMC, CC y CUN-BAE a través de estadística descriptiva. Además, se compararon las distribuciones de los individuos según la categorización de adiposidad descritos anteriormente. Para evaluar el grado de correlación entre las dos formas de clasificación se calculó el coeficiente del índice Kappa ponderado (IC95%). Todos los análisis fueron estratificados por sexo.

Los datos se analizaron utilizando el software STATA MP v14 y el comando de "svyset" para muestras complejas. El nivel de significancia utilizado fue definido como $p < 0,05$.

RESULTADOS

Las características sociodemográficas de los participantes según sexo y clasificación de porcentaje de grasa según CUN-BAE se identifican en la Tabla 1. En general, se destaca que el promedio de edad entre mujeres y hombres con obesidad fue de 25,2 años, mayor que el promedio de los individuos clasificados como normopeso (22,1 años). El IMC promedio de los individuos clasificados con obesidad según CUN-BAE fue de 31,0 kg/m² en mujeres y 30,2 kg/m² en hombres. Si nos referimos a variables sociodemográficas podemos destacar que el mayor porcentaje de individuos eran pertenecientes a áreas urbanas más que rurales. También, hay que resaltar que el mayor porcentaje de participantes normopeso eran solteros (83,9%), mientras que el mayor porcentaje de participantes obesos eran casados (43,5%). En cuanto a las variables relacionadas con el estilo de vida, todas las categorías según CUN-BAE se clasifican mayormente como activos. En lo que se refiere al bienestar y estilo de vida, el mayor porcentaje de los participantes catalogados como normopeso reportaron un buen estilo de vida, al igual que los participantes clasificados como sobrepeso. Sobre el puntaje de estilo de vida, los participantes con sobrepeso y obesidad, tanto hombres como mujeres, se observó en mayor porcentaje dentro de la catalogación "bajo-medio". Según la variable multimorbilidad, el mayor porcentaje de participantes sin enfermedades, tanto hombres como mujeres, eran normopeso; por el contrario, entre mayor número de enfermedades presentes en los participantes, se observaron mayores porcentajes de obesidad según CUN-BAE, tanto en hombres como mujeres.

En la Figura 1A, se representa la distribución del porcentaje de grasa mediante la fórmula CUN-BAE según sexo. En mujeres, el mayor porcentaje se encontraba entre el 40 y el 46% de masa grasa, y en hombres entre el 27 y el 35%. En la Figura 1B se representa la distribución por sexo y edad del porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE. En hombres, se observó un aumento lineal de los niveles de masa grasa hasta alcanzar los 70 años y posteriormente se presenta un declive. En comparación a los hombres, en las mujeres se observó un mayor porcentaje de grasa corporal según CUN-BAE en todas las edades con un declive a contar de los 80 años.

En la Figura 2A se representa la correlación entre el IMC y porcentaje de masa grasa según CUN-BAE, en hombres ($r=0,924$,

Tabla 1. Características sociodemográficas de los participantes según sexo y clasificación de porcentaje de grasa determinado por CUN-BAE.

Variable	Mujeres			Hombres		
	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad
N	731	825	1044	429	496	605
n expandido	1.553.352	1.744.761	2.208.558	1.516.833	1.757.825	2.140.578
Prevalencia (%)	21,1 (20,8;21,4)	23,7 (23,4;24,0)	30,0 (30,7;31,4)	21,4 (21,0;21,7)	24,8 (24,6;25,1)	30,2 (29,9;30,5)
Edad (años)	22,1 (20,7;23,6)	32,4 (29,9;3,8)	48,3 (47,3;49,3)	24,4 (22,8;26,0)	36,2 (34,0;38,4)	48,2 (46,8;49,7)
Peso (kg)	53,3 (52,1;54,5)	59,5 (58,1;60,6)	75,0 (74,1;75,9)	62,4 (61,1;63,6)	73,3 (71,7;74,8)	86,2 (85,1;87,4)
Estatura (m)	1,6 (1,6;1,6)	1,6 (1,6;1,6)	1,6 (1,5;1,6)	1,7 (1,7;1,7)	1,7 (1,7;1,7)	1,7 (1,7;1,7)
IMC (kg/m ²)	21,1 (20,8;21,4)	23,7 (23,4;24,0)	31,0 (30,7;3,4)	21,4 (21,0;21,7)	24,9 (24,6;25,1)	30,2 (29,9;30,5)
Estado nutricional (%)						
Bajo peso	9,6 (4,9;18,1)	1,7 (0,5;4,9)	0,0 (0,0;0,0)	9,1 (5,1;15,8)	0,1 (0,0;0,1)	0,0 (0,0;0,0)
Normopeso	90,4 (81,9;95,1)	75,5 (66,9;82,4)	7,4 (5,7;9,5)	90,9 (84,2;94,9)	45,8 (37,2;54,7)	4,6 (3,3;6,3)
Sobrepeso	0,0 (0,0;0,0)	22,8 (16,0;31,4)	43,1 (39,7;46,5)	0,0 (0,0;0,0)	54,0 (45,1;62,6)	50,2 (45,8;54,6)
Obesidad	0,0 (0,0;0,0)	0,0 (0,0;0,0)	49,5 (46,1;52,9)	0,0 (0,0;0,0)	0,0 (0,0;0,0)	45,2 (40,9;49,6)
CC (cm)	70,9 (69,3;72,5)	79,3 (78,3;80,3)	96,4 (95,5;97,3)	77,0 (75,8;78,2)	87,3 (86,2;88,4)	100,6 (99,8;101,4)
Obesidad Central (%)						
Normal	99,9 (99,7;100,0)	93,1 (88,6;96,0)	23,4 (20,7;26,4)	98,8 (95,5;99,7)	98,8 (96,9;99,5)	60,8 (56,5;64,9)
Obesidad	0,0 (0,0;0,3)	6,9 (4,0;11,4)	76,6 (73,6;79,3)	1,2 (0,3;4,5)	1,2 (0,4;3,1)	39,2 (35,1;43,5)
Zona (%)						
Urbano	90,6 (83,0;94,9)	92,9 (89,2;95,4)	87,7 (86,2;89,1)	93,4 (87,5;96,6)	91,1 (86,9;94,1)	88,0 (85,7;90,1)
Rural	9,4 (5,1;17,0)	7,1 (4,6;10,8)	12,3 (10,9;13,8)	6,6 (3,4;12,5)	8,9 (5,9;13,1)	12,0 (9,9;14,3)
Estado civil (%)						
Casado	2,9 (1,4;5,9)	17,3 (12,9;22,8)	39,8 (36,5;43,2)	8,1 (4,8;13,5)	26,1 (19,4;34,2)	49,8 (45,5;54,1)
Convive	7,6 (3,9;14,3)	11,5 (7,6;17,0)	12,4 (10,3;14,8)	9,2 (5,3;15,7)	19,0 (12,6;27,5)	15,5 (12,2;19,1)
Divorciado /Separado/ Anulado	3,4 (1,1;9,8)	9,1 (5,4;15,1)	12,1 (9,9;14,8)	1,0 (0,4;3,0)	3,9 (1,4;10,2)	6,4 (4,9;8,5)
Viudo	0,7 (0,2;2,6)	2,5 (1,1;5,7)	9,7 (8,2;11,4)	0,0 (0,0;0,0)	0,3 (0,0;1,6)	34,4 (24,2;4,9)
Soltero	85,3 (77,6;90,7)	59,5 (51,6;67,0)	26,0 (23,0;29,3)	81,6 (74,2;87,2)	50,7 (41,8;59,5)	24,9 (21,2;29,1)

Variable	Mujeres			Hombres		
	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad
Occupación (%)						
Trabaja	21,3 (14,1;31,0)	37,6 (30,2;45,7)	39,8 (36,4;43,2)	39,5 (30,9;48,8)	70,9 (62,4;78,2)	72,8 (68,8;76,5)
Asesor hogar	20,7 (12,5;32,2)	22,1 (16,6;28,7)	35,5 (32,3;38,9)	0,8 (0,1;3,5)	0,0 (0,0;0,0)	1,5 (0,6;3,8)
Estudiante	53,4 (42,4;64,1)	30,6 (22,7;39,8)	4,6 (3,4;6,3)	44,2 (35,7;53,5)	15,3 (9,9;22,8)	6,3 (4,3;9,2)
Jubilado	0,2 (0,0;1,1)	5,0 (2,5;9,8)	14,8 (13,0;16,8)	0,9 (0,2;3,3)	5,9 (3,1;11,0)	13,7 (11,3;16,4)
Otro	4,4 (1,9;9,5)	4,7 (2,5;8,5)	5,3 (4,0;6,9)	14,7 (8,9;23,3)	7,9 (4,4;13,6)	5,7 (4,0;8,1)
Actividad física (%)						
Inactivo	22,2 (15,2;31,0)	30,3 (22,9;38,9)	33,7 (30,6;37,0)	12,6 (7,5;20,5)	11,6 (7,1;18,3)	20,7 (17,6;24,2)
Activo	77,8 (69,0;84,8)	69,7 (61,1;77,1)	66,3 (63,0;69,4)	87,4 (79,5;92,5)	88,3 (81,7;92,9)	79,3 (75,8;82,4)
Actividad Física (MET/ semana)	2797,3 (942,5;4652,0)	2816,9 (1890,7;3743,0)	3481,9 (3004,5;3959,2)	6071,4 (6071,7;8423,0)	5067,8 (3589,2;6546,4)	7044,2 (6024,5;8064,0)
Tiempo sedente (h/día)	4,3 (3,7;4,9)	4,2 (3,6;4,8)	2,9 (2,7;3,1)	4,0 (3,5;4,6)	3,6 (3,1;4,1)	3,5 (3,2;3,7)
Horas de Sueño (h/día)	7,7 (7,6;8,2)	7,8 (7,6;8,1)	7,4 (7,3;7,6)	7,9 (7,6;8,1)	7,4 (7,2;7,6)	7,2 (7,1;7,3)
Tabaquismo (%)						
Nunca	53,4 (42,2;64,1)	51,3 (43,1;59,4)	47,1 (43,7;50,5)	51,3 (42,1;60,4)	31,9 (24,5;40,5)	31,8 (28,1;35,8)
Exfumador	16,3 (9,1;2,7)	17,3 (12,1;24,0)	24,3 (21,6;27,3)	17,6 (11,7;25,8)	22,4 (15,9;30,6)	33,2 (29,1;37,5)
Fumador regular	17,1 (10,2;27,3)	22,1 (16,0;29,6)	21,6 (18,8;24,7)	23,8 (16,8;32,6)	36,0 (27,7;45,3)	26,0 (22,2;30,2)
Autobienestar (%)						
Malo	12,1 (0,4;4,0)	13,2 (0,5;3,5)	3,0 (2,0;4,5)	2,5 (0,8;7,1)	1,0 (0,3;2,7)	1,0 (0,6;1,8)
Regular	18,8 (11,1;29,9)	24,0 (17,2;32,5)	25,2 (22,4;28,2)	17,5 (11,8;25,3)	13,1 (8,3;20,1)	21,6 (18,3;25,3)
Bueno	80,0 (69,0;87,8)	74,6 (66,2;81,6)	71,8 (68,7;74,8)	80,0 (72,0;86,2)	85,9 (78,9;90,8)	77,3 (73,6;80,7)
Estilo Vida Saludable (%)						
Bajo	35,2 (25,5;46,4)	34,3 (26,7;42,8)	27,4 (24,5;30,5)	37,8 (29,2;47,1)	37,9 (29,5;47,1)	33,2 (29,1;37,5)
Bajo-Medio	31,8 (22,7;42,5)	35,7 (28,1;44,1)	28,3 (25,3;31,4)	28,4 (20,9;37,3)	26,7 (19,5;35,3)	28,6 (24,8;32,6)
Medio- Alto	25,6 (17,2;36,2)	21,9 (16,2;28,9)	26,7 (23,8;29,9)	23,3 (16,2;32,3)	23,6 (17,0;31,9)	25,2 (21,5;29,2)
Alto	7,3 (2,7;18,3)	8,1 (5,0;12,7)	17,6 (15,2;20,4)	10,6 (6,4;17,0)	11,8 (7,5;18,0)	13,1 (10,5;16,1)

Variable	Mujeres			Hombres		
	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad
Multimorbilidad (%)						
Ninguna	60,3 (48,8;70,8)	56,3 (48,1;64,1)	26,8 (23,9;29,8)	74,4 (65,7;81,5)	70,5 (62,7;77,3)	41,4 (37,0;45,8)
1 enfermedad	30,0 (20,3;41,7)	22,7 (16,8;30,0)	26,9 (23,8;30,2)	15,2 (9,5;23,4)	17,8 (12,5;24,7)	25,3 (21,8;29,3)
2 enfermedades	8,3 (3,8;17,1)	9,9 (5,9;16,4)	16,4 (13,9;19,2)	7,3 (4,0;13,1)	8,1 (4,7;13,5)	15,9 (13,0;19,4)
3 enfermedades	10,5 (0,2;5,2)	7,1 (4,3;11,6)	12,0 (10,1;14,2)	2,7 (1,1;6,5)	2,2 (1,1;4,6)	7,2 (5,4;9,4)
4 enfermedades	0,4 (0,0;3,1)	2,9 (1,2;7,0)	7,5 (6,0;9,2)	0,0 (0,0;0,0)	0,7 (0,2;2,2)	4,4 (3,2;6,1)
5 o más enfermedades	0,0 (0,0;0,0)	1,1 (0,4;2,8)	10,5 (8,6;12,6)	0,4 (0,1;2,7)	0,7 (0,2;1,9)	5,8 (4,1;8,1)

Datos presentados como media y su 95%IC para variables continuas y como porcentaje (%) y su 95%IC para variables categóricas. Todos los valores fueron corregidos por el factor de expansión sugerido por la ENS 2016-2017. El nivel de significancia fue definido como $p < 0,05$.
ICM: Índice de masa corporal; **CC:** Circunferencia de cintura.

$p < 0,0001$) y en mujeres ($r = 0,929$, $p < 0,0001$). En la Figura 2B se representa la correlación entre CC y porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE, en hombres ($r = 0,817$, $p < 0,0001$) y mujeres ($r = 0,812$, $p < 0,0001$).

En la Figura 3 se muestra la clasificación de sujetos según IMC y porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE. El 68,1% de los normopeso según IMC clasificó con malnutrición por exceso según CUN-BAE; el 10,4% con sobrepeso por IMC clasificó como sobrepeso según CUN-BAE y el 100% de personas con obesidad según IMC clasificó como tal según CUN-BAE. Al estratificar por sexo se observó el mismo patrón, siendo las mayores diferencias entre IMC y CUN-BAE en mujeres, mostrando solo el 24,0% y 5,8% de concordancia entre las clasificaciones de normopeso y sobrepeso, respectivamente, siendo en hombres de 44,3% y 17,2%.

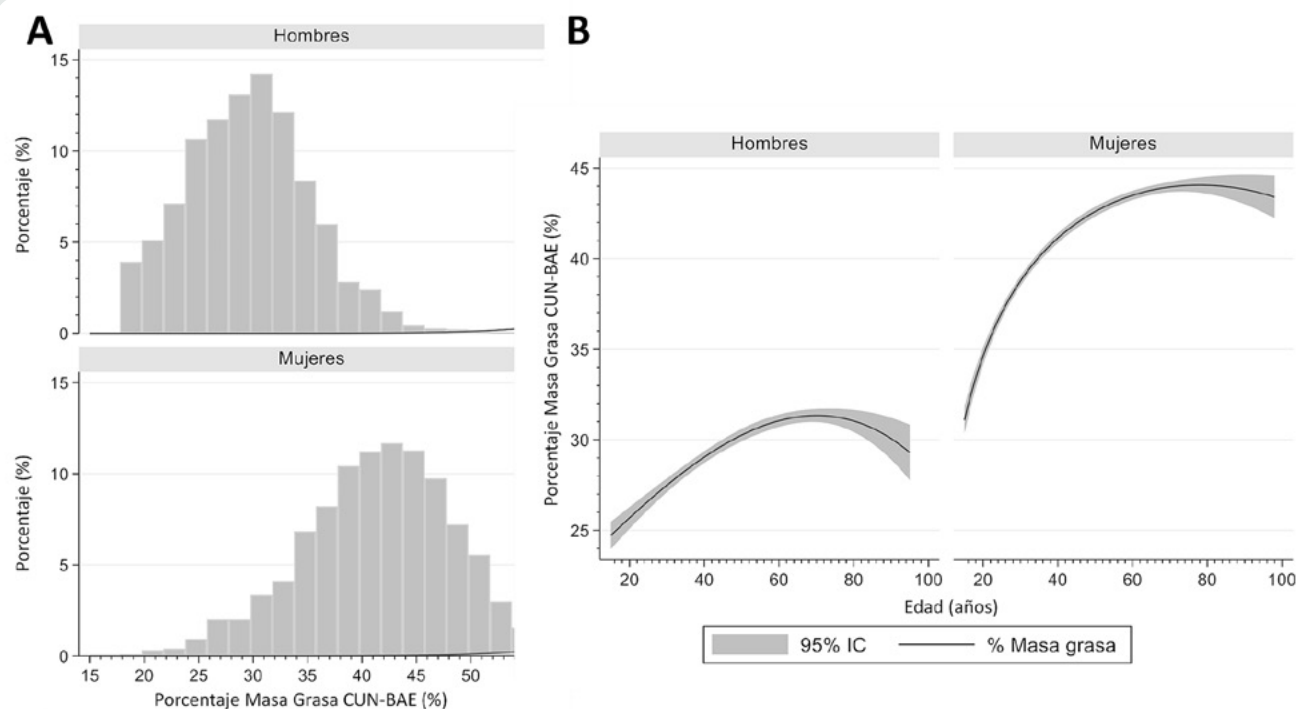
DISCUSIÓN

El exceso de grasa corporal está estrechamente ligado al desarrollo de comorbilidades crónicas como enfermedades cardiovasculares, diabetes y algunos tipos de cáncer^{7,23}. Consecuentemente, se justifica estudiar diferentes técnicas de detección temprana de exceso de grasa en el organismo, con el fin de prevenir el desarrollo de dichas patologías. Según nuestro conocimiento, este estudio es el primer acercamiento que explora cómo se distribuye en la población chilena el porcentaje de grasa según la ecuación CUN-BAE y cómo se correlaciona con mediciones antropométricas ampliamente utilizadas como el IMC y CC.

Así como era de esperar, la distribución del porcentaje de grasa corporal en nuestra población, según CUN-BAE, fue mayor en las mujeres en comparación a los hombres. Nuestros resultados concuerdan con el estudio desarrollado por Davila-Batista *et al.*²⁴ en adultos españoles donde, analizando la distribución del porcentaje de grasa según CUN-BAE, observaron mayor porcentaje de grasa corporal en mujeres (34,4%) que en hombres (27,4%). También en población adulta española Ares Blanco *et al.*²⁵ reportaron un patrón similar, 30,6% en mujeres y 28,6% en hombres, al igual que Vinknes *et al.*²⁶ en población noruega, 37,9% en mujeres y 27,3% en hombres.

En cuanto a la correlación entre el porcentaje de grasa corporal, obtenido mediante ecuación CUN-BAE, con IMC y CUN-BAE con CC, se obtuvo una correlación positiva y fuerte ($r > 0,8$) en ambos casos, tanto en hombres como en mujeres. En 994 adultos españoles, Mill-Ferreyra *et al.*²⁷ observaron una correlación similar entre CUN-BAE e IMC, con un $r = 0,947$ para mujeres y $r = 0,952$ para hombres. Davila-Batista *et al.*²⁸ en adultos españoles entre 50 y 85 años observaron una correlación similar entre CUN-BAE e IMC, con un coeficiente de Pearson's mayor a 0,96 en ambos sexos. En otro estudio español, Martín *et al.*²⁹ observaron una correlación superior a 0,88 en ambos sexos. Para CUN-BAE y CC, Davila-Batista *et al.*²⁸ mostraron una correlación mayor en mujeres

Figura 1. A) Distribución por sexo del porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE. B) Distribución por sexo y edad del porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE.

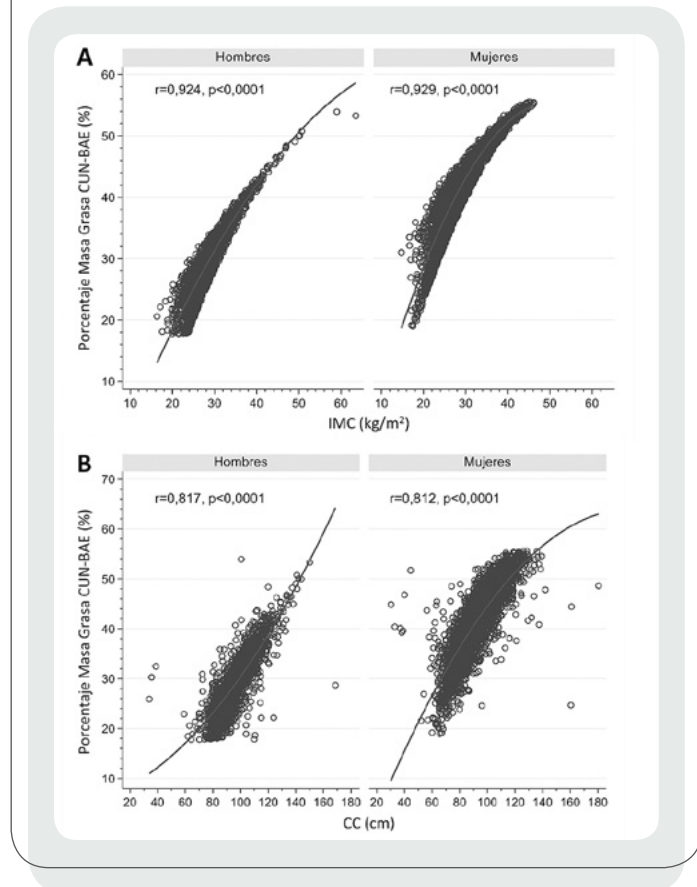


($r=0,768$) que en hombres ($r=0,756$), patrón similar a nuestros resultados, con una correlación levemente mayor para ambos sexos.

Mediante la clasificación de sujetos según IMC y porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE, nuestros resultados arrojaron que el 68,1% de los participantes clasificados como normopeso según IMC presentarían sobrepeso y obesidad, pudiéndose clasificar a estos sujetos como delgados metabólicamente obesos. Ares Blanco *et al.*²⁵, en su población de estudio, reporta un 30,5% de los normopeso según IMC y solo el 6,5% según CUN-BAE. Al analizar por sexo, se observó que las mujeres reportaban mayores diferencias al igual que nuestros resultados. La misma tendencia se reporta en el estudio de Davila-Batista *et al.*²⁴ donde el 69,6% clasifica como normopeso según IMC y el 2,1% según CUN-BAE. Este panorama refleja una concordancia limitada entre la clasificación de normopeso según IMC y la establecida por CUN-BAE, especialmente en el caso de las mujeres, lo que sugiere la existencia potencial de una considerable cantidad de individuos falsamente delgados o metabólicamente obesos dentro de la población chilena.

La principal fortaleza de este trabajo es el uso de la base de datos de la ENS 2016-2017, encuesta que utiliza formularios estandarizados para la recopilación de los datos de interés, permitiéndonos que la muestra represente a la población chilena de manera homogénea. Además, esta investigación es uno de los primeros acercamientos en el estudio sobre el uso de la fórmula CUN-BAE en población chilena y abre camino hacia su uso en la predicción de riesgo de ECNT en esta dicha población. Como limitación se puede mencionar la falta de una tercera variable que evaluara la concordancia entre CUN-BAE y niveles de masa grasa determinados por DEXA. Otra limitación es no diferenciar a las personas chilenas de las extranjeras en el estudio lo cual podría influenciar la capacidad predictiva de CUN-BAE para masa grasa en poblaciones de diferente etnia.

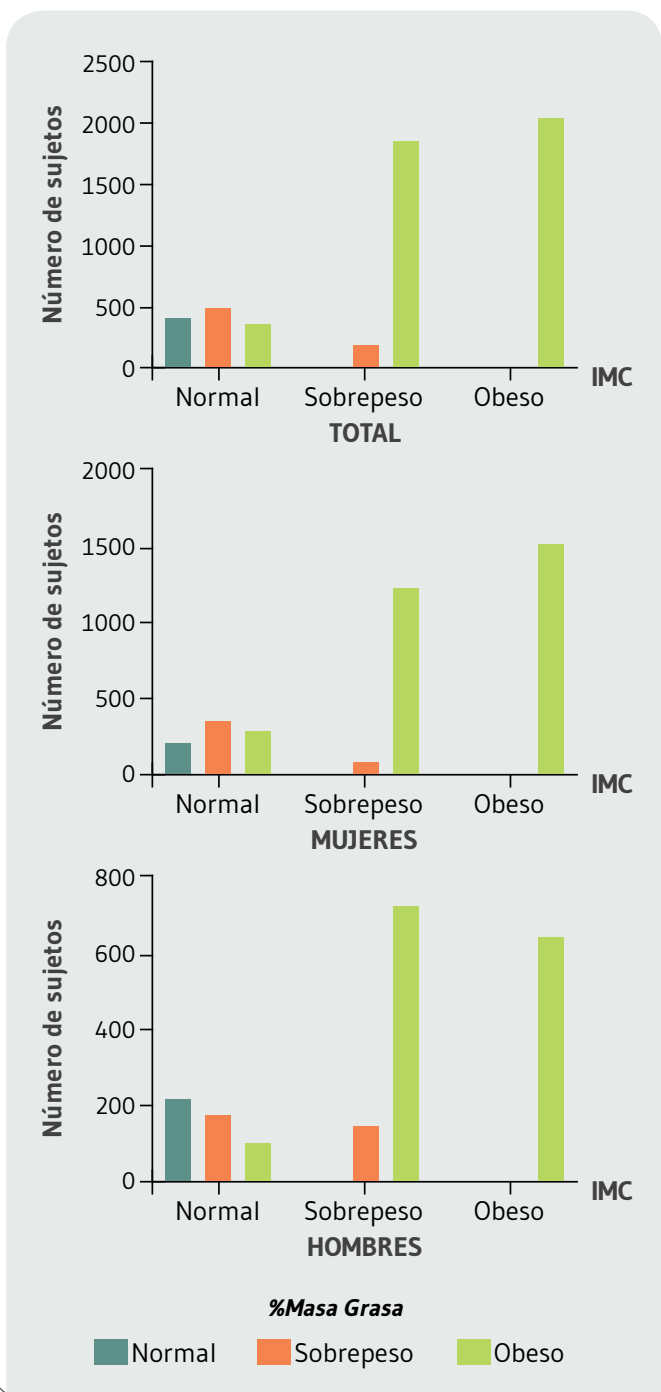
Figura 2. A) Correlación entre el índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de grasa corporal según CUN-BAE estratificada por sexo. B) Correlación entre la circunferencia de cintura (CC) y el porcentaje de grasa corporal según CUN-BAE estratificada por sexo.



CONCLUSIONES

Este estudio establece que el porcentaje de grasa corporal obtenido mediante ecuación CUN-BAE presenta una correlación positiva con el IMC y la CC en la población adulta chilena, lo que lo convierte en una herramienta diagnóstica útil y fácil para estimar el porcentaje de grasa corporal. Al estratificar por sexo, se observó una correlación ligeramente mayor en mujeres que en hombres en ambas variables. Sin embargo, se requieren más investigaciones para evaluar la efectividad de la aplicación de CUN-BAE y su utilidad específica en la población chilena para determinar el exceso de grasa corporal en adultos y, así, prevenir el desarrollo de ECNT. Dado el actual panorama de prevalencia de estas enfermedades en nuestro país, es fundamental

Figura 3. Clasificación de sujetos según IMC y porcentaje de masa grasa corporal según CUN-BAE para el total y estratificado por sexo.



El sobrepeso se definió como % Masa grasa entre 20,1-24,9% en hombres o entre el 30,1% y el 34,9% en mujeres, o un IMC entre 25,0% y 29,9 kg/m². La obesidad se definió como % Masa grasa <25,0% en hombres o <35,0% en mujeres, o IMC <30,0 kg/m².

continuar investigando nuevas técnicas para llevar a cabo pesquisas preventivas y abordar de manera temprana el desarrollo de estas patologías.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera especial a todos los participantes de la ENS 2016-2017, al equipo profesional de la Escuela de Salud Pública, de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, quienes desarrollaron y aplicaron la Encuesta Nacional de Salud y al Ministerio de Salud del Gobierno de Chile.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

M.M., D.B., C.C.-M. y A.M.L. contribuyeron a la creación y diseño del estudio, diseñaron el plan estadístico e interpretaron los datos. D.B. escribió el primer borrador con la ayuda de M.M. Todos los autores revisaron críticamente esta y las versiones anteriores del documento.

FINANCIACIÓN

Los/as autores/as declaran que no ha existido financiación para realizar este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito. C.T.-P. y F.P.-R. pertenecen al comité editorial de la RENHyD.

REFERENCIAS

- (1) Bray GA, Kim KK, Wilding JPH, World Obesity F. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obes Rev.* 2017; 18(7): 715-23. doi: 10.1111/obr.12551.
- (2) FAO. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional. América Latina y el Caribe. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016.
- (3) MINSAL. Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Primeros resultados. Ministerio de Salud (MINSAL) - Gobierno de Chile. 2017.
- (4) OCDE. Estudios de la OCDE sobre Salud Pública: Chile. Hacia un futuro más sano. Evaluación y recomendaciones. Ministerio de Salud (MINSAL) - Gobierno de Chile. 2019.
- (5) World Obesity Atlas. World Obesity Federation. London. 2022.
- (6) Celik O, Yildiz BO. Obesity and physical exercise. *Minerva Endocrinol (Torino)*. 2021; 46(2): 131-44. doi: 10.23736/S2724-6507.20.03361-1.
- (7) Peng Q, Feng Z, Cai Z, Liu D, Zhong J, Zhao H, et al. The relationship between the CUN-BAE body fatness index and incident diabetes: a longitudinal retrospective study. *Lipids Health Dis.* 2023; 22(1): 21. doi: 10.1186/s12944-023-01784-5.
- (8) Kunz HE, Hart CR, Gries KJ, Parvizi M, Laurenti M, Dalla Man C, et al. Adipose tissue macrophage populations and inflammation are associated with systemic inflammation and insulin resistance in obesity. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2021; 321(1): E105-E21. doi: 10.1152/ajpendo.00070.2021.
- (9) Gadde KM, Martin CK, Berthoud HR, Heymsfield SB. Obesity: Pathophysiology and Management. *J Am Coll Cardiol.* 2018; 71(1): 69-84. doi: 10.1016/j.jacc.2017.11.011.
- (10) WHO Consultation. Obesity: Preventing and managing the global epidemic - Introduction. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic.* 2000; 894: 1-253.
- (11) Ortega FB, Sui X, Lavie CJ, Blair SN. Body Mass Index, the Most Widely Used But Also Widely Criticized Index: Would a Criterion Standard Measure of Total Body Fat Be a Better Predictor of Cardiovascular Disease Mortality? *Mayo Clin Proc.* 2016; 91(4): 443-55, doi: 10.1016/j.mayocp.2016.01.008.
- (12) Shepherd JA, Ng BK, Sommer MJ, Heymsfield SB. Body composition by DXA. *Bone.* 2017; 104: 101-5. doi: 10.1016/j.bone.2017.06.010.
- (13) Scafoglieri A, Clarys JP. Dual energy X-ray absorptiometry: gold standard for muscle mass? *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018; 9(4): 786-7. doi: 10.1002/jcsm.12308.
- (14) Gomez-Ambrosi J, Silva C, Catalan V, Rodriguez A, Galofre JC, Escalada J, et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care.* 2012; 35(2): 383-8. doi: 10.2337/dc11-1334.
- (15) Ding C, Chan Z, Magkos F. Lean, but not healthy: the 'metabolically obese, normal-weight' phenotype. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2016; 19(6): 408-17. doi: 10.1097/MCO.0000000000000317.
- (16) Geng S, Chen X, Bai K, Ding J, Li H, Shi S. Association of the Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator With Type 2 Diabetes: A Retrospective Cohort Study. *Int J Public Health.* 2023; 68: 1606063. doi: 10.3389/ijph.2023.1606063.
- (17) MINSAL. Manual de aplicación de cuestionario F2, Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Ministerio de Salud (MINSAL) - Gobierno de Chile. 2016.
- (18) MINSAL. Sabana Datos oficial ENS 2016-2017. Ministerio de Salud (MINSAL) - Gobierno de Chile. 2018.
- (19) MINSAL. Informe Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Caracterización de la muestra. Ministerio de Salud (MINSAL) - Gobierno de Chile. 2018.
- (20) MINSAL. Guías Alimentarias para la Población Chilena. 2013.
- (21) Olivares S, Zacarías I, González CG, Villalobos E. Proceso de formulación y validación de las guías alimentarias para la población chilena. *Rev chil nutr.* 2013; 40: 262-8. doi: 10.4067/S0717-75182013000300008.

- (22) Armstrong T, Bull F. Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *J Public Health*. 2006; 14(2): 66-70. doi: 10.1007/s10389-006-0024-x.
- (23) Engin A. The Definition and Prevalence of Obesity and Metabolic Syndrome. *Adv Exp Med Biol*. 2017; 960: 1-17. doi: 10.1007/978-3-319-48382-5_1.
- (24) Davila-Batista V, Molina AJ, Vilorio-Marques L, Lujan-Barroso L, de Souza-Teixeira F, Olmedo-Requena R, et al. Net contribution and predictive ability of the CUN-BAE body fatness index in relation to cardiometabolic conditions. *Eur J Nutr*. 2019; 58(5): 1853-61. doi: 10.1007/s00394-018-1743-9.
- (25) Ares Blanco J, Valdes Hernandez S, Botas Cervero P, Sanchez-Ragnarsson C, Pujante Alarcon P, Menendez-Torre E, et al. Estimation of body fat mass using the CUN-BAE index and mortality risk by sex in the Asturias Study cohort. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed)*. 2019; 66(8): 487-94. doi: 10.1016/j.endinu.2019.02.008.
- (26) Vinknes KJ, Nurk E, Tell GS, Sulo G, Refsum H, Elshorbagy AK. The relation of CUN-BAE index and BMI with body fat, cardiovascular events and diabetes during a 6-year follow-up: the Hordaland Health Study. *Clin Epidemiol*. 2017; 9: 555-66. doi: 10.2147/CLEP.S145130.
- (27) Mill-Ferreyra E, Cameno-Carrillo V, Saul-Gordo H, Cami-Lavado MC. [Estimation of the percentage of body fat based on the body mass index and the abdominal circumference: Palafolls Formula]. *Semergen*. 2019; 45(2): 101-8. doi: 10.1016/j.semereg.2018.04.007.
- (28) Davila-Batista V, Molina AJ, Fernandez-Villa T, Romaguera D, Perez-Gomez B, Vilorio-Marques L, et al. The Relation of CUN-BAE Index with Body Mass Index and Waist Circumference in Adults Aged 50 to 85 Years: The MCC-Spain Study. *Nutrients*. 2020; 12(4). doi: 10.3390/nu12040996.
- (29) Martin V, Davila-Batista V, Castilla J, Godoy P, Delgado-Rodriguez M, Soldevila N, et al. Comparison of body mass index (BMI) with the CUN-BAE body adiposity estimator in the prediction of hypertension and type 2 diabetes. *BMC Public Health*. 2016; 16: 82. doi: 10.1186/s12889-016-2728-3.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



RESEARCH ARTICLE

Consumption of ultra-processed foods and relationship with sodium and potassium excretion: a cross-sectional study

Inês Anjos^a, Tânia Silva-Santos^{b,c,*}, Pedro Moreira^{a,b,c}, Patricia Padrão^{a,b,c}, Olívia Pinho^{a,d}, Carla Gonçalves^{b,c,e,f,g}

^a Faculty of Nutrition and Food Sciences of University of Porto, Porto, Portugal.

^b EPI Unit, Institute of Public Health, University of Porto, Porto, Portugal.

^c ITR—Laboratory for Integrative and Translational Research in Population Health, Institute of Public Health, Porto, Portugal.

^d REQUIMTE, Laboratory of Bromatology and Hydrology, Faculty of Pharmacy of University of Porto, Porto, Portugal.

^e Faculty e CITAB - Centre for the Research and Technology of Agro-Environmental and Biological Sciences, Institute for Innovation, Capacity Building and Sustainability of Agri-food Production (Inov4Agro), Vila Real, Portugal.

^f Biology and Environment Department, School of Life Sciences and Environment, University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Vila Real, Portugal.

^g Department of Nutrition, University of Chile, Santiago, Chile.

*taniasilvasantos@gmail.com

Assigned Editor: Macarena Lozano Lorca. Universidad de Granada, Melilla, España.

Received: 01/18/2024; Accepted: 03/30/2024; Published: 05/02/2024.

Consumption of ultra-processed foods and relationship with sodium and potassium excretion: a cross-sectional study

ABSTRACT

Introduction: Higher consumption of ultra-processed foods (UPF) had been associated with higher risk of non-communicable diseases (NCD) and NCD-promoting nutrient profile such as high sodium content and low potassium content. The objective of the study was to evaluate the level of food processing according to the NOVA classification and its relationship with sodium and potassium intake estimated by 24-hour urinary excretion.

Methodology: This is a cross-sectional study. Data collection included 107 workers from a public university (51.4% female; mean age 47 years) participating in an iMC SALT clinical trial. A 24-hours urinary collection was used to estimate sodium and potassium intake, validated by the creatinine coefficient. The corresponding 24-hours dietary recall was used to assess food intake and foods were categorized using the NOVA classification according to the degree and purpose of processing, into four groups. Nutri-Score was also used to categorize UPF and provide more information about the nutritional quality of products.

Results: The largest energy contribution came from the group of unprocessed or minimally processed foods (51.6%), followed by UPF (24%), processed foods (21.8%) and processed culinary ingredients (2.6%). Individuals with the lowest caloric contribution of the consumption of UPF had higher average values of potassium (K) intake (1438 vs 1136 mg/1000 kcal; $p=0.007$), as individuals with the highest weight contribution of the consumption of unprocessed or minimally processed foods (1434 vs 1109 mg/1000 kcal; $p=0.010$). For sodium (Na) intake no significant results were found between individuals with the lowest and the highest consumption of each NOVA group.

Conclusions: Higher consumption of fresh or minimally processed foods and lower UPF intake were associated with higher K intake values. On the other hand, higher UPF intake was not associated with higher Na intake values.

Funding: This work was supported by *Fundação para a Ciência e Tecnologia* by Grant POCI-01-0145-FEDER-029269) and by the European Regional Development Fund (ERDF) through NORTE 2020 (Northern Regional Operational Program 2014/2020) - NORTE-01-0145-FEDER-072687.

KEYWORDS

Food Processed;
Sodium;
Potassium.



➤ **Consumo de alimentos ultraprocesados y relación con la excreción de sodio y potasio: un estudio transversal**

PALABRAS CLAVE

Alimentos
Procesados;

Sodio;

Potasio.

RESUMEN

Introducción: Un mayor consumo de alimentos ultraprocesados (UPF) se ha asociado con un mayor riesgo de enfermedades no transmisibles (ENT) y un perfil de nutrientes que promueve las ENT, como un alto contenido de sodio y un bajo contenido de potasio. El objetivo del estudio fue evaluar el nivel de procesamiento de los alimentos según la clasificación NOVA y su relación con la ingesta de sodio y potasio estimada por la excreción urinaria de 24 horas.

Metodología: Este es un estudio transversal. La recopilación de datos incluyó a 107 trabajadores de una universidad pública (51,4% mujeres; edad media 47 años) que participaron en un ensayo clínico IMC SALT. Se utilizó una muestra de orina de 24 horas para estimar la ingesta de sodio y potasio, validada por el coeficiente de creatinina. Se utilizó el correspondiente recordatorio dietético de 24 horas para evaluar la ingesta de alimentos y los alimentos se clasificaron mediante la clasificación NOVA según el grado y finalidad de procesamiento, en cuatro grupos. Nutri-Score también se utilizó para categorizar UPF y proporcionar más información sobre la calidad nutricional de los productos.

Resultados: El mayor aporte energético provino del grupo de alimentos no procesados o mínimamente procesados (51,6%), seguido de UPF (24%), alimentos procesados (21,8%) e ingredientes culinarios procesados (2,6%). Los individuos con menor aporte calórico del consumo de UPF tuvieron mayores valores promedio de ingesta de potasio (K) (1438 vs. 1136 mg/1000 kcal; $p=0,007$), que los individuos con mayor aporte de peso del consumo de alimentos no procesados o mínimamente procesados. (1434 vs. 1109 mg/1000 kcal; $p=0,010$). Para la ingesta de sodio (Na) no se encontraron resultados significativos entre los individuos con el consumo más bajo y alto de cada grupo NOVA.

Conclusiones: Un mayor consumo de alimentos frescos o mínimamente procesados y una menor ingesta de UPF se asociaron con mayores valores de ingesta de K. Por otro lado, una mayor ingesta de UPF no se asoció con mayores valores de ingesta de Na.

Financiación: Este trabajo fue apoyado por la Fundação para a Ciência e Tecnologia mediante la subvención POCL-01-0145-FEDER-029269) y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través de NORTE 2020 (Programa Operativo Regional del Norte 2014/2020) - NORTE- 01-0145-FEDER-072687.

**KEY
MESSAGES**

1. Individuals who consume more fresh and minimally processed foods had higher average potassium intake values.
2. A sample of adult university workers shows a high consumption of ultra-processed foods.
3. Sample of adult university workers does not meet WHO recommendations for sodium (in excess) and potassium (in deficit) intake.

CITATION

Anjos I, Silva-Santos T, Moreira P, Padrão P, Pinho O, Gonçalves C. Consumption of ultra-processed foods and relationship with sodium and potassium excretion: a cross-sectional study. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 135-44.
doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2140>

INTRODUCTION

The consumption of ultra-processed food (UPF) has increased globally during the last decades^{1,2}. These products are displacing healthy dietary patterns based on meals prepared from unprocessed or minimally processed foods and culinary ingredients¹.

A food classification according to level and extent of processing is a complement to current food classifications systems and gives us new insight into current dietary patterns. Several methods to group foods according to their processing level have been proposed³. The NOVA classification developed by researchers from the University of São Paulo¹ was already studied to explore the relation between food processing and health⁴. The NOVA classification categorizes food and food products into four distinct groups (unprocessed or minimally processed foods, processed culinary ingredients, processed foods and UPF and drink products) according to the nature, extent and purpose of the industrial processing¹.

A great part of actual diets includes UPF, which are associated with unbalanced nutritional intakes, strongly associated with non-communicable diseases (NCD)-promoting nutrients: a higher content of total fat, saturated fat, added sugar, energy density, and sodium and lower in NCD-protective nutrients: fibre and potassium^{5,6}.

The consumption of UPF is a matter of concern in the nutritional quality of the diet and long-term health impacts. The evidence has shown that a high dietary intake of UFP is associated with multiple adverse health outcomes and NCD⁷. It is particularly significant, since the prevalence of diet-related chronic NCD, such as obesity, type II diabetes, hypertension and cancer, is increasing worldwide⁸.

Several observational studies have showed that higher proportions of UPF in the diet is associated with higher incidences of coronary heart and cerebrovascular diseases⁹ as well as with a higher risk of hypertension¹⁰.

Globally sodium intakes are commonly in excess. High levels of dietary sodium are highly associated with increased blood pressure and total CVD mortality. Hypertension-related CVD is a leading cause of mortality and morbidity worldwide¹¹. In addition, potassium intake may have some cardiovascular protective effect. The evidence has shown that increasing current potassium to recommended levels may lower blood pressure¹². The urine sodium-potassium ratio (Na/K ratio) is also considered an important measure as it has been shown to be more strongly associated with blood pressure outcomes than sodium or potassium alone¹³.

The objective of the study was to evaluate the level of food processing according to the NOVA classification and its relationship with sodium and potassium intake estimated by 24-hours urinary excretion.

METHODOLOGY

Study Population

Cross-sectional study, carried out with the convenience sample from the baseline assessment of the iMC SALT study, a clinical study that began in 2019 and ended in September 2020. The study methodology has already been published in a protocol¹⁴.

Participants were recruited from the staff of one public Portuguese university in annual occupational health appointment carried out by the doctor responsible for the appointment.

The same eligibility criteria as the clinical study were used in this study. The following were the eligibility criteria used by the doctor responsible for the occupational health appointment: adult (>18 years), frequently eats home-cooked meals (more than 4 days a week and at least 3 Sundays per month), one annual occupational health appointment at the hospital and reports motivation to control dietary salt consumption. The following were the exclusion criteria: pregnant, with hypotension, kidney disease, active infection that impacts renal function, urinary incontinence, acute coronary syndrome, severe liver disease or heart failure, not using salt for cooking, and staff member of the faculty that promotes the study¹⁴.

Baseline data collection included 114 participants, however the sample used for this study has 107 participants (female 51.4%; mean age 47 years), since 7 participants were excluded due to invalid urine collection.

The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of *Centro Hospitalar de São João* (Approval Code: 11/2019, Approval Date: 15 February 2019).

Sociodemographic and anthropometric variables

Sociodemographic characteristics (gender, age and education) were assessed using the sociodemographic questionnaire based on the WHO STEPS questionnaire and participant then undergoes anthropometric measurements.

All measurements were performed with participants wearing light clothing and without shoes, body composition (body mass index (BMI) and weight) were assessed using Tanita MC180MA body composition analyser (Tanita, Illinois, USA).

Sodium and potassium variables

Sodium and potassium were assessed through a 24-hours urinary collection (by indirect potentiometry), validated by the coefficient of creatinine. Samples were excluded when creatinine (mg/day/kg) was <10.8 and >25.2 in women and <14.4 and >33.6 in men¹⁵.

Participants received instructions to start the 24-hours urinary collection the day before the baseline assessment and maintain their usual dietary and physical activity patterns. The first morning urine was discarded and afterwards all the urine were collected in an appropriated container during the entire day, during the night and including the first morning urine when getting up on the following day.

Dietary variables

Dietary intakes referring to the day of urine collection were collected using one 24-hours dietary recall administrated by trained researchers using a photographic book and household measures to quantify portion sizes¹⁶.

The nutritional composition of the 24-hours dietary recall was assessed using an adapted Portuguese version of the nutritional analysis software Food Processor Plus (ESHA Research Inc., Salem, OR, USA). Then the food and beverage items were categorized using the NOVA classification according to degree and purpose of processing, into four groups: unprocessed and minimally processed foods, processed culinary ingredients, processed foods and UPF^{1,4}.

The first NOVA group is of unprocessed or minimally processed foods include the natural edible food parts of plants, animals, fungi, algae and water. The processes they normally undergo have the main purpose of preservation¹.

The second NOVA group is of processed culinary ingredients derived directly from nature or from group 1 food by pressing, refining, grinding, milling, and spray drying. They are typically used to prepare, cook or season unprocessed or minimally processed foods¹. Generally, in these group quantities are underestimated due to the difficulties that participants have in estimating the amounts used for cooking and most often report meals without specifying the ingredients of the recipe or report the consumption of ready-to-eat meals and away from home meals. The culinary ingredients included in this category were mainly sugar and butter. Discretionary salt was not included since it was not reported.

The third NOVA group is of processed foods, these are usually made by adding ingredients from the second group to foods from the first group to increase the durability or palatability¹. Some foods included in this group were breads, cheeses, canned fish, beer, cider and wine.

The fourth NOVA group is of UPF and drink products, these are industrial formulations made from processed substances extracted or refined from whole foods and additives, with a small proportion or even no group 1 foods^{1,2,4}. These products are attractive, convenient, hyper-palatable, cheap, ready-to-consume or to heat, have a long shelf-life, and are highly competitive with foods that are naturally ready to consume and freshly prepared meals^{1,2,4}. Ingredients only found in UPF include additives whose purpose is to imitate sensory qualities (e.g. ice-cream, chocolate, candies margarines and spreads, cookies).

Whenever possible, the standardised recipes from Portuguese table of food composition¹⁷ were used to identify and disaggregate homemade food preparations and applied the NOVA classification to the ingredients. In case of doubt, the food preparation was categorised according to the main constituent ingredient.

The Nutri-Score a five colour (from green/A to red/E) front-of-pack labelling system, was used to categorize UPF to provide more information on the nutritional quality of products. Participants without consumption of UPF and with the consumption of alcoholic beverages (more than 1.2% alcohol) were excluded from this classification, since Nutri-Score does not apply to alcoholic drinks containing more than 1.2% alcohol¹⁸.

Nutri-Score converts the nutritional value of the food and beverages into a score, which represents the balance between the content in nutrients to limit (calories, saturated fat, sugars and sodium) and the content in nutrients to encourage (fibre, proteins, nuts, fruit and vegetables). The Open Food Facts¹⁹ (a collaborative and open database of food products) was used to categorize food and beverages from green/A (better profile) to red/E (worst profile). When it was not possible to have access to the food or beverage brand, products were categorised according to most common classification for that group food. Artisanal preparations that were UPF, were categorized using a Nutri-Score calculation tool^{20,21}.

Statistical analysis

For each participant, the proportion of unprocessed and minimally processed foods, processed culinary ingredients, processed foods and UPF in total energy (%kcal/day) and in total weight (%g/day) of food and beverages consumed was calculated. The use of these proportion of caloric and weight contribution of each NOVA group allows us to assess the quality of the diet, since it reduces the differences in the total energy and weight consumed between individuals. Additionally, participants for each NOVA group were split into two groups (lowest and highest intakes) by the median. For each participant, the proportion of each Nutri-Score group in total energy of UFP was calculated.

The Kolmogorov-Smirnov test was used to assess the assumption of normality. Independent Sample T-test or Mann-Whitney U test were performed to compare continuous variables.

To analyse the association between sodium and potassium excretion and the NOVA classification, multiple linear regression was performed, with 95% confidence intervals.

Data were analysed using IBM SPSS Statistics, Version 27. A p-value <0.05 was considered to indicate statistical significance.

RESULTS

Descriptive characteristics of the sample (n=107) are presented in Table 1, 51.4% were women, mean age was 47.4 (10.4) (range 24-69) years, mean BMI was 25.9 (3.9) kg/m², mean energy consumption was 2196±756 kcal and mean weight consumption 2903 (948) g.

The education level was similar in both sexes, 90.4% of male and 83.6% female have university level of education.

On average, 24-hours urinary sodium excretion was 3244 (1329) mg/day (corresponding to average 8.25 g of salt), 24-hours urinary potassium excretion was 2654 (760) mg/day and Na/K ratio was 2.2 (1.0).

The largest energy and weight contribution came from the minimally processed foods group (51.6% and 81%, respectively), followed by UPF (24% and 10.1%, respectively), processed foods (21.8% and 8.6%, respectively) and processed culinary ingredients (2.6% and 0.3%, respectively).

As shown in Table 2 individuals with the lowest caloric contribution of UFP to daily intake had higher average values of potassium excretion (mg/1000 kcal) (p=0.007). To sodium and ratio sodium-potassium was not found significant differences between the UPF bigger and lower eaters.

In Table 3 are presented the contribution of NOVA groups in weight, individuals with the highest weight contribution of the consumption of unprocessed or minimally processed foods had higher average values of potassium excretion (mg/1000 kcal) (p=0.010) and individuals with the lowest weight contribution of the consumption of processed culinary ingredients had higher average values of potassium excretion (mg/day) (p=0.009).

Table 4 presents the possible degrees of processing of the NOVA classification associated with the excretion of sodium and potassium.

Potassium excretion was associated with the consumption of fresh or minimally processed foods ($\beta=0.205$, 95%CI=0.012-0.327).

Multiple linear regression analyzes indicated that all other possible degrees of processing of the NOVA classification were not significantly associated with potassium excretion. There was no association between sodium excretion and the degree of processing according to the NOVA classification.

Finally, UPF (n=97 participants) were categorized by Nutri-Score (Figure 1) and the largest energy contribution came from group D (39.7%), followed by C (21.2%), E (17.9%), B (13%) and A (8.2%).

DISCUSSION

The purpose of this study was to better understand the contribution of foods according to their level of processing and the relationship with the subjects' sodium and potassium excretion.

In this sample from the staff of one public Portuguese university, 77.6% of the participants exceed the WHO recommendations for daily sodium intake (2000 mg/day), 84.1% did not meet WHO recommendations for daily potassium intake (3510 mg/day) and 98.1% were largely above the Na/K ratio recommended. A previous study in the Portuguese population²² also shown that averages intakes of sodium and potassium were far from meeting the daily WHO recommendations.

Our results show that in this sample about one-quarter of daily energy intake came from UPF. The NOVA group that contributed the most to the total energy and weight was unprocessed and minimally processed foods, followed by UPF, processed foods and processed culinary ingredients. This pattern is consistent with the previous reported in studies Belgium²³, Canada²⁴ and Brazil²⁵.

The UPF and beverages are usually recognized as products with a lower nutritional quality^{4,6}. As predictable in our results the largest energy and weight contribution of UPF came from the Nutri-Score groups with the lowest nutritional quality (C, D and E).

The participants that ingest more unprocessed and minimally processed foods had higher average values of potassium (mg/1000 kcal) excretion (in g). These results can be explained by the dietary food sources of potassium, since national data shows that fruits, vegetables and pulses were the main sources of population's potassium intake (19,9%)²⁶. Previous studies in Japan²⁷ shown that individuals with a higher dietary potassium intake consumed more vegetables, fruits, fish, and milk. Another study in Poland²⁸, shows that around 82% of dietary potassium intake mostly came from unprocessed or minimally processed foods.

In the line with main sources of potassium be fruits, vegetables and pulses, the results also shows that participants that showed

Table 1. Characterization of participants by gender (age, body mass index, dietary intake, and urinary excretion).

	All (n=107)	Male (n=52)	Female (n=55)	P
Age (y) ^{a,c}	47.4 (10.4)	49.2 (11.0)	45.8 (9.6)	0.091
BMI (kg/m ²) ^{a,c}	25.9 (3.9)	27.0 (3.6)	24.9 (4.0)	0.006
Energy consumption (kcal) ^{a,c}	2196 (756)	2430 (761)	1976 (688)	0.002
Weight consumption (g) ^{b,d}	2800 (2324, 3365)	2960 (2443, 3554)	2743 (2300, 3090)	0.191
Na (mg/day) ^{a,c}	3244 (1329)	3876 (1340)	2646 (1012)	<0.001
Na (mg/1000 kcal) ^{b,d}	1472 (1019, 2146)	1498 (1153, 2363)	1410 (815, 1970)	0.100
K (mg/day) ^{a,c}	2654 (760)	2957.3 (789.0)	2368.4 (613.0)	<0.001
K (mg/1000 kcal) ^{b,d}	1308 (914, 1585)	1287 (890, 1645)	1324 (922, 1497)	0.980
Na/K ratio ^{b,d}	2.0 (1.5, 2.6)	2.1 (1.6, 3.1)	1.8 (1.4, 2.4)	0.028
NOVA1 (%kcal/day) ^{a,c}	51.6 (19.7)	53.8 (18.8)	49.5 (20.5)	0.256
NOVA2 (%kcal/day) ^{b,d}	1.6 (0.0, 2.9)	0.4 (0.0, 2.3)	2.1 (0.0, 4.3)	0.008
NOVA3 (%kcal/day) ^{b,d}	20.2 (10.8, 31.6)	21.7 (9.6, 36.7)	16.5 (11.1, 26.8)	0.273
NOVA4 (%kcal/day) ^{b,d}	19.1 (12.3, 35.4)	16.9 (11.6, 29.4)	24.0 (12.3, 39.4)	0.216
NOVA1 (%g/day) ^{b,d}	84.5 (76.3, 90.4)	84.5 (71.9, 89.9)	84.5 (78.9, 90.8)	0.229
NOVA2 (%g/day) ^{b,d}	0.2 (0.0, 0.4)	0.1 (0.0, 0.3)	0.3 (0.0, 0.4)	0.017
NOVA3 (%g/day) ^{b,d}	5.9 (3.0, 10.8)	7.8 (3.2, 18.3)	5.3 (2.9, 9.5)	0.063
NOVA4 (%g/day) ^{b,d}	7.0 (2.9, 14.2)	6.9 (2.7, 13.2)	7.1 (2.9, 14.8)	0.879
	(n=97)	(n=48)	(n=49)	p
Nutri-Score A (%kcal/day) ^{b,d}	0.0 (0.0, 0.0)	0.0 (0.0, 0.0)	0.0 (0.0, 3.5)	0.281
Nutri-Score B (%kcal/day) ^{b,d}	0.0 (0.0, 9.8)	0.0 (0.0, 0.0)	0.0 (0.0, 42.5)	0.059
Nutri-Score C (%kcal/day) ^{b,d}	0.0 (0.0, 41.6)	0.0 (0.0, 42.4)	0.0 (0.0, 42.5)	0.753
Nutri-Score D (%kcal/day) ^{b,d}	33.4 (0.8, 67.1)	51.0 (20.3, 86.6)	19.4 (0.0, 44.8)	0.005
Nutri-Score E (%kcal/day) ^{b,d}	0.0 (0.0, 33.4)	0.0 (0.0, 20.3)	0.0 (0.0, 42.7)	0.644

Note: Nutri-Score is a front-of-pack nutritional label based on a scale of letters A the best nutritional quality to E the lowest.

BMI: Body mass index; **Na:** Sodium; **K:** Potassium.

^[a]Analysis by Student T-test for continuous variables; ^[b]Analysis by Mann-Whitney U test; ^[c]Values are mean (standard deviation);

^[d]Values are median (P25, P75).

Table 2. Characterization of the study participants.

Estimated intake	Ultra-processed foods (% kcal/day)		
	Lower intake (0.0% to 19%) ^e	Higher intake (19% to 71%) ^e	p
Na mg/day ^{a,c}	3279 (1236)	3210 (1426)	0.788
Na mg/1000kcal ^{b,d}	1605 (1026, 2398)	1318 (981, 1897)	0.100
Na/K ratio ^{b,d}	1.9 (1.4, 2.6)	2.0 (1.5, 2.9)	0.485
K mg/day ^{a,c}	2800 (853)	2512 (634)	0.051
K mg/1000kcal ^{b,d}	1438 (1053, 1765)	1136 (845, 1419)	0.007

Na: Sodium; **K:** Potassium.

^[a]Analysis by Student T-test for continuous variables;

^[b]Analysis by Mann-Whitney U test;

^[c]Values are mean (standard deviation);

^[d]Values are median (P25, P75);

^[e]Median: 19.12 – Minimum: 0.00; Maximum: 70.71.

lowest energy contributions of UPF had higher average values of potassium intake (mg/1000 kcal). These results are consistent with a previous study in Canada that shown that potassium intake (mg/1000 kcal) decreased with the increase of dietary share of UPF⁶, similar results were found in a sample of USA adults²⁹, in SUN prospective cohort study³⁰, in Brazil^{5,31} and in UK³².

The results shown that individuals with the lowest weight contribution of the consumption of processed culinary ingredients had higher average values of potassium (mg/day). This finding may be explained by the fact that the quantification of foods from the second group of NOVA (e.g., discretionary salt and olive oil) cannot be estimated accurately and the foods included in this group aren't used in food preparation and cooking (e.g., butter and sugar).

UPF are usually products with higher content in sodium, so it was expected that participants high dietary share of UPF presented high intake of sodium. However, our results shown no significant differences in average intakes of sodium between highest and lowest consumptions of UPF. This pattern of results is also found in other studies^{25,29,33}. One interpretation of these findings is that dietary sodium derives from three sources: the sodium found naturally in food, the salt added to processed

Table 3. Urinary data on sodium and potassium excretion by lowest or highest intakes of minimally processed foods, processed culinary ingredients, processed foods, and ultra-processed foods (%g/day).

Estimated intake	Unprocessed or minimally processed foods (%g/day)			Processed culinary ingredients (%g/day)			Processed foods (%g/day)			Ultra-processed foods (%g/day)		
	LI	HI	p	LI	HI	p	LI	HI	p	LI	HI	p
Na mg/day ^{a,c}	3181	3307	0.625	3454	3039	0.106	3115	3372	0.320	3268	3221	0.855
Na mg/1000kcal ^{b,d}	1316	1586	0.080	1605	1391	0.631	1484	1391	0.789	1561	1359	0.298
Na/K ratio ^{b,d}	2.0	1.9	0.667	1.8	2.0	0.337	1.8	2.0	0.083	1.9	2.0	0.535
K mg/day ^{a,c}	2562	2746	0.211	2848	2465	0.009	2662	2648	0.925	2738	2573	0.262
K mg/1000kcal ^{b,d}	1109	1434	0.010	1308	1310	0.363	1359	1086	0.058	1359	1284	0.132

LI: Lowest intakes; **HI:** Highest intakes; **Na:** Sodium; **K:** Potassium.

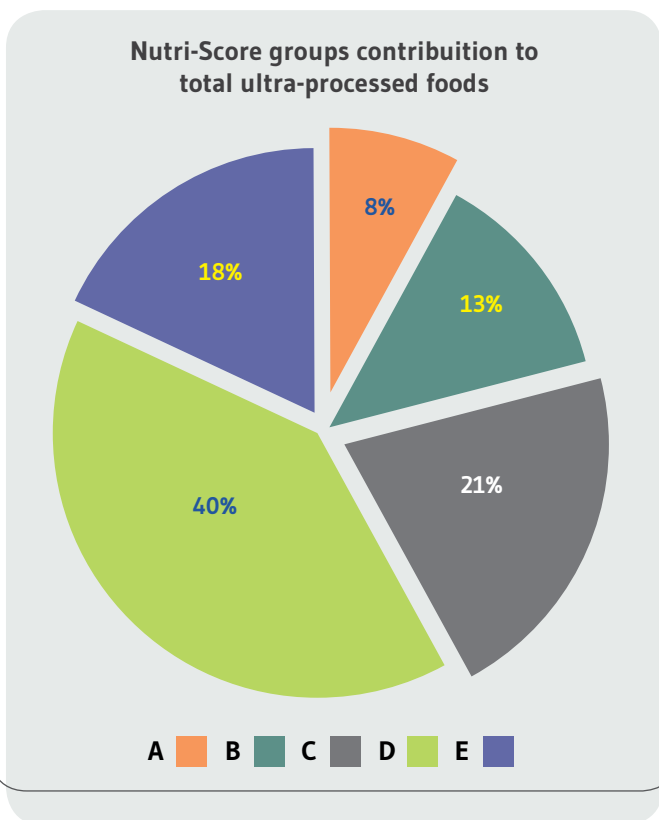
^[a]Analysis by Student T-test for continuous variables; ^[b]Analysis by Mann-Whitney U test; ^[c]Values are mean; ^[d]Values are median.

Table 4. Analysis of the association between sodium and potassium excretion and the nova classification according to its degree of processing.

		B	95%CI
Sodium (mg/day)	Model 1		
	NOVA1 (%g/day)	-0.018	[-0.311; 0.260]
	NOVA2 (%g/day)	-0.108	[-44.582; 12.990]
	NOVA3 (%g/day)	0.083	[-0.653; 1.608]
	NOVA4 (%g/day)	0.024	[-0.716; 0.913]
Potassium (mg/day)	Model 1		
	NOVA1 (%g/day)	0.205	[0.012; 0.327]
	NOVA2 (%g/day)	-0.137	[-27.406; 4.325]
	NOVA3 (%g/day)	0.169	[-0.066; 1.180]
	NOVA4 (%g/day)	0.002	[-0.444; 0.453]

β: Standardized coefficients beta;
95%CI: 95,0% Confidence interval for β

Figure 1. Relative contribution (%) of each Nutri-Score group to consumption of ultra-processed food in diet.



and UPF by food industry and the salt added to food during cooking and food preparations (discretionary salt), since in our study discretionary dietary salt cannot be correctly estimated this could affect the results. This fact could be relevant, since data from Portuguese population shown that the main source of salt consumption is the salt added during food preparation and cooking (29.2%)²⁶.

Our data suggest that highest dietary intakes of foods from NOVA group 1 could have higher intakes of sodium (p=0.080) and a possible explanation is that cooked meals (already seasoned) was included in the group 1 of unprocessed and minimally processed food and in that way discretionary salt was not accounted for in group 2 of processed culinary ingredients.

Our study was the first study in occupational set that explore the association between UPF and sodium and potassium intake and is strengthened by the 24-hours urine collection, considered the clinical gold standard, to assess sodium and potassium intake. Conversely, the use of a 24-hours dietary recall can be a limitation in our study, the success of the recall depends on the memory, cooperation and communication ability of the participants and also a single recall cannot describe a typical diet. Although, 24-hours recalls were administered by trained researchers using a photographic book and household measures to quantify portion sizes, which minimized this potential limitation. Additionally, salt added to food and food preparations cannot be accurately estimated since it was not reported and was not included in the second NOVA group. Furthermore, our sample is small, recruited from university staff and the majority of sample has superior education and consequently our results are of limited generalizability.

Our results show that in our sample the consumption of ultra-processed foods is not associated with sodium consumption. In the future, it will be important to carry out more studies on this relationship to direct efforts towards the strategy to be used to reduce targeted sodium consumption according to the population.

CONCLUSIONS

It is concluded that individuals who eat more fresh and minimally processed foods had higher average potassium intake values. No differences were found between UPF consumption and sodium. Reducing the dietary consumption of UPF and increasing the consumption of unprocessed or minimally processed foods can be an effective way to significantly improve the nutritional quality of diets and contribute to the prevention of CVD and other chronic diet related NCDs.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Study Design: C.G., P.M. and O.P.; Data analysis and drafting of the manuscript: I.A., T.S.-S. and C.G.; Critical revision of the manuscript: C.G., O.P., P.P., P.M. and T.S.-S.; Approval of the final version for publication: all coauthors.

FUNDING

This work was supported by *Fundação para a Ciência e Tecnologia* by Grant POCI-01-0145-FEDER-029269) and by the European Regional Development Fund (ERDF) through NORTE 2020 (Northern Regional Operational Program 2014/2020) - NORTE-01-0145-FEDER-072687.

COMPETING INTERESTS

The authors state that there are no conflicts of interest in preparing the manuscript.

REFERENCES

- (1) Monteiro CA, Cannon G, Levy R, Moubarac J-C, Jaime P, Paula Martins A, et al. NOVA. The star shines bright. *World Nutrition*. 2016; 7(1-3): 28-38.
- (2) Monteiro CA, Moubarac JC, Cannon G, Ng SW, Popkin B. Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obes Rev*. 2013; 14(Suppl. 2): 21-8. doi: 10.1111/OBR.12107.
- (3) Moubarac J-C, Parra DC, Cannon G, Monteiro CA. Food Classification Systems Based on Food Processing: Significance and Implications for Policies and Actions: A Systematic Literature Review and Assessment. *Curr Obes Rep*. 2014; 3(2): 256-72. doi: 10.1007/S13679-014-0092-0.
- (4) Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr*. 2018; 21(1): 5-17. doi: 10.1017/S1368980017000234.
- (5) Costa Louzada ML, Ricardo CZ, Steele EM, Levy RB, Cannon G, Monteiro CA. The share of ultra-processed foods determines the overall nutritional quality of diets in Brazil. *Public Health Nutr*. 2018; 21(1): 94-102. doi: 10.1017/S1368980017001434.
- (6) Moubarac JC, Batal M, Louzada ML, Martinez Steele E, Monteiro CA. Consumption of ultra-processed foods predicts diet quality in Canada. *Appetite*. 2017; 108: 512-20. doi: 10.1016/J.APPET.2016.11.006.
- (7) de Araújo TP, de Moraes MM, Magalhães V, Afonso C, Santos C, Rodrigues SSP. Ultra-Processed Food Availability and Noncommunicable Diseases: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(14). doi: 10.3390/IJERPH18147382.
- (8) Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012; 380(9859): 2224-60. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61766-8.
- (9) Srouf B, Fezeu LK, Kesse-Guyot E, Allès B, Méjean C, Andrianasolo RM, et al. Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé). *BMJ*. 2019; 365. doi: 10.1136/BMJ.L1451.
- (10) Mendonça R, Souza Lopes AC, Pimenta AM, Gea A, Martinez-Gonzalez MA, Bes-Rastrollo M. Ultra-Processed Food Consumption and the Incidence of Hypertension in a Mediterranean Cohort: The Seguimiento Universidad de Navarra Project. *Am J Hypertens*. 2017; 30(4): 358-66. doi: 10.1093/AJH/HPW137.
- (11) He FJ, Li J, MacGregor GA. Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure: Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ*. 2013; 346(7903). doi: 10.1136/BMJ.F1325.
- (12) Aburto NJ, Hanson S, Gutierrez H, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP. Effect of increased potassium intake on cardiovascular risk factors and disease: systematic review and meta-analyses. *BMJ*. 2013; 346(7903). doi: 10.1136/BMJ.F1378.
- (13) Iwahori T, Miura K, Ueshima H, Tanaka-Mizuno S, Chan Q, Arima H, et al. Urinary sodium-to-potassium ratio and intake of sodium and potassium among men and women from multiethnic general populations: the INTERSALT Study. *Hypertens Res*. 2019; 42(10): 1590-8. doi: 10.1038/S41440-019-0263-1.
- (14) Gonçalves C, Silva-Santos T, Abreu S, Padrão P, Graça P, Oliveira L, et al. Innovative equipment to monitor and control salt usage when cooking at home: iMC SALT research protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2020; 10(5). doi: 10.1136/BMJOPEN-2019-035898.
- (15) Ljungman S, Granerus G. The evaluation of kidney function in hypertensive patients. In: Larah JH, Brenner BM. *Hypertension: pathophysiology, diagnosis, and management*. New York: Raven Press. 1995.
- (16) Marques M, Pinho O, de Almeida MDV. Ingredientes e valor nutricional de porções do Manual de Quantificação de Alimentos. *Revista de Alimentação Humana*. 1999; 5(1): 37-58.
- (17) Instituto Nacional de Saúde. Tabela de Composição de Alimentos. 2007. Available from: <http://www.insa.pt/>.
- (18) Santé Publique France. Nutri-Score frequently asked questions scientific & technical. 2021. Available from: <https://www.santepubliquefrance.fr/en/nutri-score>.
- (19) Open Food Facts. 2024. Available from: <https://world.openfoodfacts.org/>.
- (20) Santé Publique France. Nutri-Score calculation tool. 2024. Available from: <https://www.santepubliquefrance.fr/en/nutri-score>.
- (21) van der Bend DLM, van Eijnsden M, van Roost MHI, de Graaf K, Roodenburg AJC. The Nutri-Score algorithm: Evaluation of its validation process. *Front Nutr*. 2022; 9. doi: 10.3389/FNUT.2022.974003.
- (22) Polonia J, Martins L, Pinto F, Nazare J. Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension and salt intake in Portugal:

- changes over a decade. The PHYSA study. *J Hypertens*. 2014; 32(6): 1211-21. doi: 10.1097/HJH.000000000000162.
- (23) Vandevijvere S, De Ridder K, Fiolet T, Bel S, Tafforeau J. Consumption of ultra-processed food products and diet quality among children, adolescents and adults in Belgium. *Eur J Nutr*. 2019; 58(8): 3267-78. doi: 10.1007/S00394-018-1870-3.
- (24) Nardocci M, Leclerc BS, Louzada ML, Monteiro CA, Batal M, Moubarac JC. Consumption of ultra-processed foods and obesity in Canada. *Can J Public Health*. 2019; 110(1): 4-14. doi: 10.17269/S41997-018-0130-X.
- (25) Cattafesta M, Petarli GB, Zandonade E, de Paula Alves Bezerra OM, Ribeiro de Abreu SM, Salaroli LB. Energy contribution of NOVA food groups and the nutritional profile of the Brazilian rural workers' diets. *PLoS One*. 2020; 15(10). doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0240756.
- (26) Lopes C, Torres D, Oliveira A, Severo M, Alarcão V, Guiomar S, et al. Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, IAN-AF 2015-2016: Relatório metodológico Parte I. 2017.
- (27) Okuda N, Okayama A, Miura K, Yoshita K, Miyagawa N, Saitoh S, et al. Food Sources of Dietary Potassium in the Adult Japanese Population: The International Study of Macro-/Micronutrients and Blood Pressure (INTERMAP). *Nutrients*. 2020; 12(3): 787. doi: 10.3390/nu12030787.
- (28) Górska-Warsewicz H, Rejman K, Laskowski W, Kowalcze K. Food Sources of Potassium in the Average Polish Diet. *Nutrients*. 2019; 11(12). doi: 10.3390/NU11122905.
- (29) Kim H, Hu EA, Rebholz CM. Ultra-processed food intake and mortality in the USA: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988-1994). *Public Health Nutr*. 2019; 22(10): 1777-85. doi: 10.1017/S1368980018003890.
- (30) Rico-Campà A, Martínez-González MA, Alvarez-Alvarez I, De Deus Mendonça R, De La Fuente-Arillaga C, Gómez-Donoso C, et al. Association between consumption of ultra-processed foods and all cause mortality: SUN prospective cohort study. *BMJ*. 2019; 365. doi: 10.1136/BMJ.L1949.
- (31) Costa Louzada ML da C, Martins APB, Canella DS, Baraldi LG, Levy RB, Claro RM, et al. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Rev Saude Publica*. 2015; 49. doi: 10.1590/S0034-8910.2015049006132.
- (32) Rauber F, Louzada ML da C, Steele EM, Millett C, Monteiro CA, Levy RB. Ultra-Processed Food Consumption and Chronic Non-Communicable Diseases-Related Dietary Nutrient Profile in the UK (2008–2014). *Nutrients*. 2018; 10(5). doi: 10.3390/NU10050587.
- (33) Moubarac JC, Martins APB, Claro RM, Levy RB, Cannon G, Monteiro CA. Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. *Public Health Nutr*. 2013; 16(12): 2240-8. doi: 10.1017/S1368980012005009.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics



CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación nutricional y sensorial de dos panes funcionales adicionados con lactosuero y harina de malanga en niños

Andrés Rivera-Olvera^a, Lili K Ochoa-Mandujano^a, Luis A Gutiérrez-Mendez^a, Leonor Onofre-Chacón^b, Veymar G Tacias-Pascacio^c, Gilber Vela-Gutiérrez^{a,*}

^a Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF), Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

^b Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, México.

^c Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

*gilber.vela@unicach.mx

Editora Asignada: Amparo Gamero. Universitat de València, Valencia, España.

Recibido el 19 de enero de 2024; aceptado el 27 de marzo de 2024; publicado el 2 de mayo de 2024.

Evaluación nutricional y sensorial de dos panes funcionales adicionados con lactosuero y harina de malanga en niños

RESUMEN

Introducción: El principal componente del lactosuero es la lactosa, ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades nutricionales y funcionales de algunos componentes bioactivos, tales como inmunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidasa y ciertos factores de crecimiento. La malanga es un alimento importante en regiones tropicales y subtropicales, contiene hidratos de carbono (59%) y proteínas (25%), además de ser muy digestiva, por lo que se considera un alimento excelente. El objetivo de este estudio fue evaluar nutricional y sensorialmente dos productos funcionales a base de suero de leche y harina de malanga en niños con desnutrición de dos comunidades de Chiapas, México.

Metodología: Inicialmente, ambas poblaciones fueron evaluadas mediante antropometría básica y se identificó a quienes padecían desnutrición. Los infantes que, de acuerdo con el diagnóstico nutricional, mostraron evidencia de desnutrición fueron alimentados durante tres meses. El nivel de agrado se evaluó mediante una escala hedónica facial estructurada.

Resultados: El nivel de aceptabilidad fue superior al 95% en ambos productos. En el análisis químico proximal, se observó que el panqué tenía un mayor contenido de humedad que el pan tipo bollo, 38 y 24%, respectivamente; mientras que el resto de nutrientes estaban presentes en menor proporción, 3% de cenizas, 6% de grasa, 12% de proteína, 21% de fibra y 20% de hidratos de carbono para el panqué, mientras que el pan tipo bollo presentaba valores de 1,3% de cenizas, 8,2% de grasa, 16% de proteína, 24% de fibra y 24,8% de hidratos de carbono.

Conclusiones: Los resultados de la evaluación antropométrica tras la intervención mostraron una mejora en los indicadores de talla y peso de los niños, efecto probablemente debido a la presencia de nutrientes procedentes del lactosuero y la malanga. Se evidencia un aporte apreciable de proteína y fibra en los dos panes.

Financiación: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) del Gobierno de México a través del proyecto Consolidación de la infraestructura del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas en la convocatoria 316447 de Ciencia de Frontera 2021.

PALABRAS CLAVE

Alimentos
Funcionales;

Colocasia;

Suero Lácteo;

Evaluación
Nutricional.

Entry terms

Malanga;

Intervención
Nutricional;

Evaluación sensorial.



KEYWORDS

Functional Food;

Colocasia;

Whey;

Nutrition
Assessment.

Entry terms

Malanga;

Nutritional
Intervention;

Sensory Evaluation.

Nutritional and sensory evaluation of two functional brands added with malanga flour and whey in children

ABSTRACT

Introduction: The main component of whey is lactose, which has been widely studied for its nutritional and functional properties of some bioactive components, such as immunoglobulins, lactoferrin, lactoperoxidase and certain growth factors. Malanga is an important food in tropical and subtropical regions, it contains carbohydrates (59%) and proteins (25%), besides being very digestive, so it is considered an excellent food. The objective of this study was to nutritionally and sensorially evaluate two functional products based on whey and malanga in malnourished children from two communities in Chiapas, Mexico.

Methodology: Initially, both populations were evaluated by basic anthropometry and those suffering from malnutrition were identified. The infants who, according to the nutritional diagnosis, showed evidence of malnutrition were fed for three months. The level of liking was evaluated by means of a structured facial hedonic scale.

Results: The level of acceptability was higher than 95% in both products. In the proximal chemical analysis, it was found that the pancake had a higher moisture content than the bun-type bread, 38 and 24%, respectively; while the rest of the nutrients were present in lower proportions, 3% ash, 6% fat, 12% protein, 21% fiber and 20% carbohydrates for the pancake, while the bun-type bread showed values of 1.3% ash, 8.2% fat, 16% protein, 24% fiber and 24.8% carbohydrates.

Conclusions: The results of the anthropometric evaluation after the intervention showed an improvement in the children's height and weight indicators, an effect probably due to the presence of nutrients from the whey and the malanga. An appreciable contribution of protein and fiber is evident in the two breads.

Funding: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) of the Government of Mexico through the project Consolidation of the infrastructure of the Research and Functional Products Development Laboratory (LIDPF) of the Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas in the call for proposals 316447 of Frontier Science 2021.

MENSAJES CLAVE

1. Los cormos de malanga son una alternativa viable de alimentación saludable para comunidades con inseguridad alimentaria.
2. El uso del suero de leche en la alimentación posee amplias bondades nutricionales, además de reducir el impacto ambiental cuando no se le da un uso apropiado.
3. El uso de ingredientes locales permite la obtención de alimentos funcionales accesibles y nutritivos.

CITA

Rivera-Olvera A, Ochoa-Mandujano LK, Gutiérrez-Mendez LA, Onofre-Chacón L, Tacias-Pascacio VG, Vela-Gutiérrez G. Evaluación nutricional y sensorial de dos panes funcionales adicionados con lactosuero y harina de malanga en niños.

Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 145-54.

doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2141>

INTRODUCCIÓN

A pesar de los esfuerzos que se están realizando en diferentes países, a través de programas públicos e iniciativas privadas, para reducir los problemas de alimentación y nutrición, parece que en los últimos años no se ha avanzado nada, y esto ha sido aún más pronunciado en los países en vías de desarrollo.

De acuerdo con Keats *et al.*¹, en el mundo, 149 millones de niños menores de 5 años presentan retraso en el crecimiento, 49,5 millones emaciación y 40,1 millones sobrepeso, con notables disparidades entre países y regiones. En México, en 2014, se observó que el 55,2% de los niños entre 2 y 5 años de edad se encontraban por debajo de la línea de pobreza y el 13,1% en pobreza extrema, que es uno de los principales determinantes sociales de la salud y la nutrición, especialmente la desnutrición durante los primeros años de vida, que es causa y efecto de la pobreza². La desnutrición abarca una serie de trastornos que incluyen alteraciones del crecimiento y deficiencias de micronutrientes³; es el resultado de un consumo insuficiente de alimentos (alimentos inadecuados en cantidad o calidad), así como de la incidencia de enfermedades infecciosas debido a una atención inadecuada en muchos casos; derivada de la falta de disponibilidad de alimentos, servicios de salud, educación, así como de una infraestructura sanitaria deficiente^{4,5}.

En casos de desnutrición leve y moderada, en el estado de Chiapas, México, se reportó un incremento de 521 casos en 2019 con respecto al año anterior, de acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. En Chiapas el bajo peso tiene una prevalencia del 8,4%, la baja talla del 31,4%, la emaciación del 2,4% y el sobrepeso y la obesidad del 8,3%⁶. Los mismos autores, indican que el problema en Chiapas radica principalmente en la baja talla que presentan los niños indígenas (44,2%). Las diferentes medidas adoptadas a nivel familiar en México durante el confinamiento de la pandemia del coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) pueden haber tenido un impacto negativo en el ingreso familiar y, a su vez, en los niveles de inseguridad alimentaria⁷. La desnutrición infantil es un problema de salud mundial que produce alteraciones en el crecimiento ponderal y lineal (emaciación y retraso del crecimiento), disfunciones inmunitarias y metabólicas, alteraciones en el desarrollo del sistema nervioso central (SNC) y otras anomalías⁸.

La anemia (causada por una combinación de mala alimentación y una alta carga de enfermedades infecciosas) puede tener efectos inmediatos y a largo plazo en el desarrollo cognitivo, neurológico y socioemocional de los niños, lo que resulta en un menor bienestar individual y social⁹. Según Rivera *et al.*¹⁰, reportaron que en México las tasas de anemia eran de 24% para niños de 1 a 4 años, 21% para niños de 5 a 8 años y 15% para niños de 9 a 11 años.

El uso de algunos alimentos en cantidades suficientes y con una composición nutricional adecuada puede contribuir a mejorar el estado nutricional de las personas. El lactosuero es el líquido que se obtiene durante la producción de queso; el más importante por su valor económico y productivo, se obtiene de la leche de vaca y representa aproximadamente el 90% de su volumen¹¹. La producción mundial de lactosuero se estimó en unos 165 millones de toneladas; de las cuales, el lactosuero representa aproximadamente el 95%¹². El principal componente del lactosuero es la lactosa; el lactosuero ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades nutricionales y funcionales, es un componente extremadamente importante que tiene ciertos elementos funcionales y nutricionales como inmunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidasa, glutatión y ciertos factores de crecimiento¹³. En Europa se utiliza el 75% y probablemente menos del 50% en el resto del mundo, por lo que se desperdicia una gran cantidad de material con valor potencial como alimento o pienso¹². Por otro lado, la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) es el nombre común de uno de los cultivos más populares y consumidos de las Araceae; se conoce como taro, yautia, taioba, tanni o new cocoyam, dependiendo del país de origen. La malanga es un importante cultivo alimentario en regiones tropicales y subtropicales, y se consume principalmente cocida o en forma de pasta, similar a la patata¹⁴; tiene una gran cantidad de nutrientes, hidratos de carbono (59%) y proteínas (25%), además de ser muy digestiva, por lo que se considera un alimento excelente. El cacahuete, o maní, como se le conoce en algunas partes del mundo, contiene proteínas, grasa y fibra. La grasa contiene aproximadamente un 50% de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), un 33% de paraformaldehído (AGP) y un 14% de ácidos grasos saturados, una combinación de ácidos grasos saludable para el corazón¹⁵. La selección de estos componentes para la elaboración de los productos fue, principalmente, su aporte nutricional y propiedades funcionales; así como, su disponibilidad y bajo costo.

El propósito de esta investigación fue evaluar el impacto nutricional y sensorial de dos productos alimenticios funcionales adicionados con suero de leche y malanga, dirigidos a niños con desnutrición calórico-proteica, como alternativa para mejorar su salud.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La investigación se llevó a cabo en dos fases. La primera fue un estudio experimental, ya que se desarrollaron dos alimentos funcionales, siguiendo un diseño experimental factorial, para

obtener las mejores condiciones de composición nutricional y sensorial; y la segunda fue una cohorte longitudinal prospectiva, a través de una intervención alimentaria nutricional en la que se complementó la dieta de los niños con los alimentos elaborados durante un periodo de tres meses.

Población y muestra

El estudio se realizó en dos comunidades de la región metropolitana del estado de Chiapas, México. El Refugio en el municipio de Chiapa de Corzo y Los Yukis en el municipio de Tuxtla Gutiérrez. La población estuvo constituida por 70 niños en edad escolar (6 a 12 años), pertenecientes a las dos localidades, El Refugio (N=50) y Los Yukis (N=20).

La muestra (n=20) estuvo compuesta por dos submuestras, una formada por 12 niños pertenecientes a la comunidad El Refugio, y la otra por 8 niños de la comunidad Los Yukis. Estos fueron seleccionados a conveniencia, quienes mostraron evidencia de desnutrición de acuerdo a la evaluación antropométrica inicial realizada con todos los niños de las dos comunidades (N=70). Es importante mencionar que el número de niños se redujo debido a diferentes dificultades ocasionadas por la pandemia COVID-19, ya que el estudio se desarrolló en el periodo de septiembre a noviembre de 2021, cuando se suspendieron las actividades presenciales en escuelas e instituciones.

Elaboración de los alimentos

Los alimentos fueron preparados de acuerdo a la siguiente metodología:

Obtención de suero fresco y harina de malanga: El suero dulce se obtuvo mediante el proceso de elaboración de queso fresco, pasteurizado (63 ± 1 °C, 30 minutos) y almacenado en refrigeración. La harina de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) se elaboró a partir de cormos producidos en el municipio de San Fernando, Chiapas, México; se utilizó la metodología publicada por Vela-Gutiérrez *et al.*¹⁶, se envasó al vacío y se almacenó.

Preparación del panqué: Preparación para 12 piezas. Se mezclaron 60 g de harina de trigo, 60 g de harina de malanga, 10 g de levadura en polvo, 90 g de azúcar estándar, 140 mL de suero dulce, 30 mL de esencia de vainilla, 1 huevo y 40 g de mantequilla a temperatura ambiente. Los ingredientes se mezclaron manualmente con un globo hasta obtener una masa homogénea, que se colocó en moldes con un vaso. Se horneó a 180 ± 2 °C durante 25 minutos.

Preparación del pan tipo bollo: Preparación para 12 piezas. Se incorporaron todos los ingredientes secos en un *bowl* (440 g de harina de trigo, 37,5 g de harina de malanga, 112 g de azúcar estándar, 20 g de levadura y 3,5 g de sal). A continuación, se

mezclaron los ingredientes líquidos (160 mL de suero dulce, 5 mL de extracto de vainilla, 2 piezas de huevo y 60 g de mantequilla) con los ingredientes secos, se mezclaron y amasaron constantemente hasta obtener una textura homogénea. Se dejó reposar durante 90 minutos en un lugar cálido, se hicieron porciones con forma redonda y se dejaron reposar otros 30 minutos. Por último, los panes se hornearon a 180 ± 2 °C durante 30 minutos.

Análisis químico proximal

El análisis químico proximal (humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas) de los productos se realizó según los métodos publicados por la AOAC¹⁷. Los hidratos de carbono se determinaron por diferencia con el resto de componentes obtenidos.

Evaluación sensorial

El nivel de agrado de los productos se evaluó mediante una escala hedónica estructurada en cinco puntos ("me gusta mucho", "me gusta poco", "ni me gusta ni me disgusta", "me disgusta poco" y "me disgusta mucho"), publicada por Alvares¹⁸. La prueba se realizó con niños en edad escolar de las dos comunidades descritas, que indicaron su nivel de agrado en el instrumento proporcionado.

Evaluación nutricional

En primer lugar, se evaluó el estado nutricional de los niños mediante el indicador de índice de masa corporal (IMC). El peso corporal de cada niño se obtuvo en kilogramos (kg), se utilizó una báscula (SECA[®], modelo 750); para determinar la estatura (cm) se utilizó un estadiómetro (SECA[®], modelo 220)¹⁹. A partir del primer diagnóstico nutricional, se seleccionó el grupo de estudio (n=20), niños que presentaban desnutrición, a los que se les administró suplementación alimentaria durante tres meses. La complementación alimentaria consistió en proporcionar un pan diario (panqué o pan tipo bollo). A los niños de la comunidad de El Refugio, municipio de Chiapa de Corzo, se les proporcionó el panqué, y a los de la comunidad de Los Yukis, municipio de Tuxtla Gutiérrez, el pan tipo bollo, ambos productos fueron adicionados con harina de malanga y suero fresco. Al finalizar el periodo de suplementación alimenticia, se realizó un segundo diagnóstico nutricional.

Consideraciones bioéticas

El protocolo de investigación, con número de registro FCNA-CIBB002/03-2021, fue revisado, valorado y avalado por el Comité Interno de Bioética y Bioseguridad de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. A los padres o tutores de los niños

participantes se les explicó el alcance del proyecto y el riesgo para sus hijos, posteriormente firmaron el consentimiento informado.

Análisis de datos

La diferencia entre los resultados del análisis químico proximal de los productos se determinó mediante un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) y los resultados del diagnóstico nutricional inicial y final se compararon mediante la prueba de Tuckey utilizando el software estadístico Minitab® versión 16.0 para Windows.

RESULTADOS

Formulación de los panes

Después de varias pruebas experimentales (datos no mostrados), siguiendo diseños factoriales, se alcanzó la formulación óptima de los productos (Tabla 1A), panqué (11,86% harina de trigo y harina de malanga, 27,67% suero de leche, 7,11% de cacahuate, 11,86% huevo, 17,78% azúcar estándar, 7,90% de mantequilla, 1,98% de levadura en polvo y esencia de vainilla) y pan tipo bollo (45,9% de harina de trigo, 3,91% de harina de malanga, 16,7% de suero de leche, 12,5% de huevo, 11,7% de azúcar estándar, 6,23% de mantequilla, 0,520% de esencia de vainilla y 2,12% de levadura). Entre sus componentes, se puede observar la apreciable cantidad de harina de malanga y suero de leche fresco, componentes que aportaron suficiente proteína (de origen animal y vegetal) y compuestos bioactivos en ambos productos, en el caso del panqué, destaca la presencia del cacahuate por sus bondades nutritivas y funcionales; además, sus atributos sensoriales permitieron obtener un pan con características texturales y apariencia adecuadas, como se muestra en la Figura 1 y en los resultados de la evaluación sensorial. Según Ros y Botija²⁰, la ingesta de proteínas recomendada varía en función a la edad y el peso corporal; para niños de 4 a 10 años, los límites establecidos por los DRIs (*Dietary Reference Intakes*) son de 0,76 g/kg (EAR o *Estimated Average Requirement*) y 0,95 (RDA o *Recommended Dietary Allowance*); cifras que podrían estar infraestimadas, según los mismos autores, ya que algunos estudios la han estimado considerando la oxidación de la fenilalanina, y sugieren que las RDA deberían ser de 1,55 g/kg.

Evaluación sensorial de los productos

Se puede observar en la Figura 2, que 38 de 50 personas (76%) eligieron el nivel de agrado "Me gusta mucho" para el panqué, mientras que para el pan tipo bollo 19 de 20 personas (95%)

Tabla 1. Formulación de los dos panes funcionales (%) y resultados del análisis químico proximal.

A) Cantidad de ingredientes (%) por pan

Componentes (%)	Panqué	Pan tipo bollo
Harina de trigo	11,86	45,9
Harina de malanga	11,86	3,91
Suero de leche	27,67	16,7
Cacahuate	7,11	---
Huevo	11,86	12,5
Azúcar estándar	17,78	11,7
Mantequilla	7,90	6,23
Polvo para hornear	1,98	---
Esencia de vainilla	1,98	0,52
Sal	---	0,37
Levadura	---	2,12

B) Análisis químico proximal por 100 g de producto

Componentes (%)	Panqué	Pan tipo bollo
Humedad	38,5 ^a	24,3 ^b
Cenizas	2,35 ^a	1,34 ^a
Grasa	6,70 ^a	8,27 ^a
Carbohidratos	19,9 ^a	24,8 ^b
Proteína	13,8 ^a	16,3 ^b
Fibra	20,9 ^a	24,3 ^b

* Letras diferentes en la misma columna (entre tratamientos) muestran diferencias significativas ($p < 0,05$, ANOVA).

seleccionaron ese mismo nivel de agrado, siendo estadísticamente diferente ($p < 0,05$) el nivel de agrado. Es importante mencionar que al sumar los dos atributos de agrado (me gusta mucho y me gusta moderadamente), ambos productos presentan un alto nivel de aceptabilidad 100 y 96%, respectivamente.

Análisis químico proximal

La Tabla 1B, muestra que el panqué tiene mayor contenido de humedad y cenizas que el pan tipo bollo, mientras que el resto de los componentes están presentes en menor cantidad, y son significativamente diferentes ($p < 0,05$), con excepción de

Figura 1. A: Panqué, B: Pan tipo bollo.

la grasa. En ambos productos se observó un alto contenido de proteínas, carbohidratos y fibra, siendo estos componentes mayores en el pan tipo bollo; condición atribuida al suero y harinas utilizados como insumos.

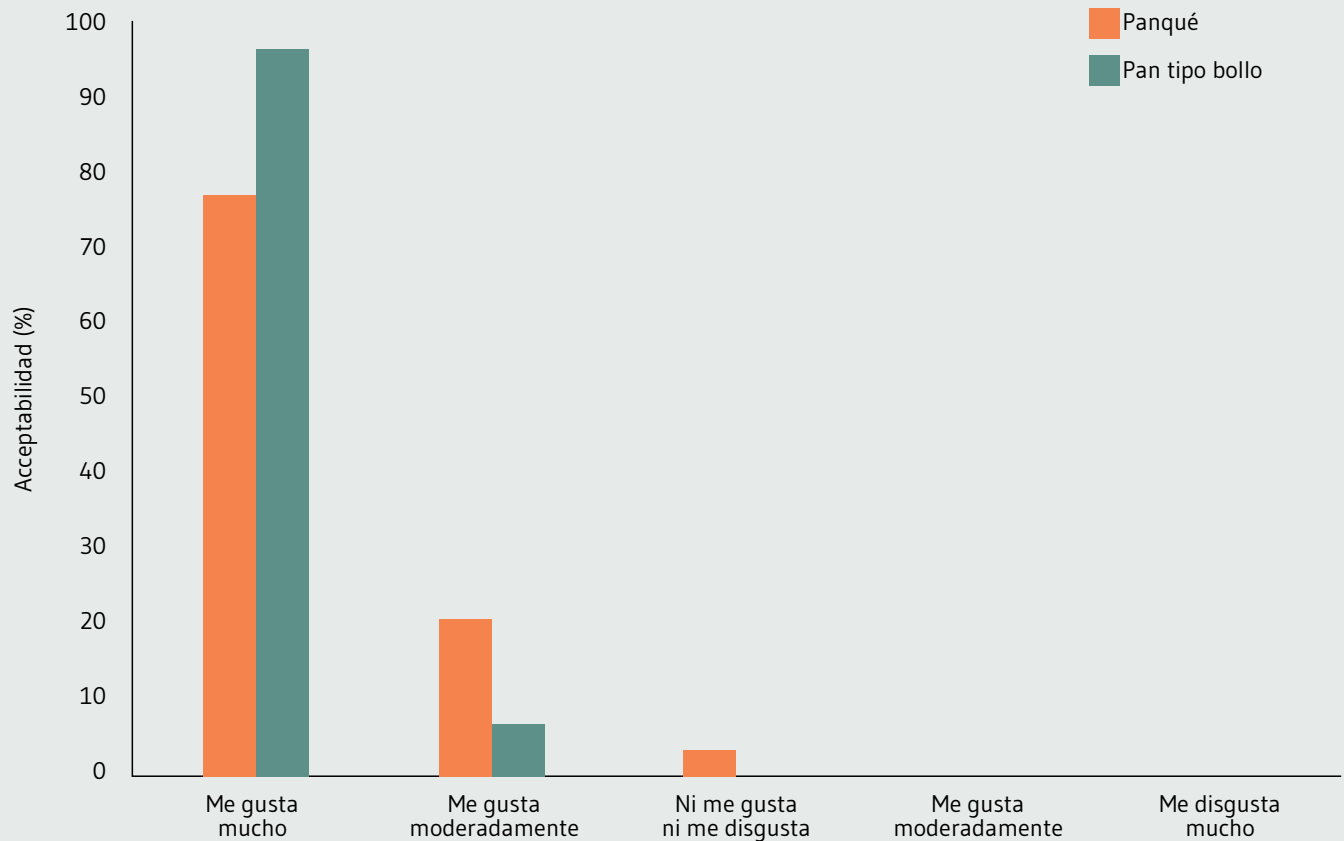
Evaluación nutricional

Las Figuras 3A y 3B muestran el estado nutricional de los niños antes y después de la intervención alimentaria en las dos comunidades estudiadas, obtenido de acuerdo al IMC. En cuanto al grupo de niños cuya alimentación fue complementada con panqué (Fig. 3A), la desnutrición leve disminuyó considerablemente de 83,3% (10 niños) a 41,7% (5 niños) ($p < 0,05$) entre las dos evaluaciones; asimismo, los infantes que presentaban desnutrición moderada mejoraron su condición al pasar a desnutrición leve, mientras que 58,3% (7 niños) mejoraron su estado nutricional al pasar de desnutrición leve a nutrición normal. Por otro lado, el grupo de niños cuya dieta fue complementada con un pan tipo bollo también mejoró su estado nutricional, el 37,5% (3 niños) de ellos pasaron a un estado nutricional normal, así como el 25% (2 niños), pasaron de desnutrición severa a desnutrición moderada y leve (Fig. 3B). Es importante mencionar que este grupo presentó un niño con desnutrición severa, quien recuperó su condición al pasar a desnutrición moderada.

DISCUSIÓN

Este estudio presenta evidencia estadística ($p < 0,05$) de mejoría en el estado nutricional de niños con problemas de desnutrición en dos comunidades del estado de Chiapas, México, a través de una intervención alimentaria nutricional con los dos panes elaborados con harina de trigo y adicionados con suero de leche y harina de malanga.

Los resultados de la evaluación sensorial son superiores a los reportados por Sánchez *et al.*²¹, quienes elaboraron una galleta tradicional con suero de leche para población infantil y deportistas, obteniendo un nivel de agrado entre 60 y 80%. Fonseca²² reportó datos de nivel de agrado en un pan casero adicionado con suero de leche, similares a los del pan tipo bollo presentado en este estudio; indicando además que el 100% de los estudiantes (jueces no entrenados) que participaron como evaluadores habían incorporado el producto a su dieta habitual. El alto nivel de agrado encontrado en los productos elaborados en esta investigación se debe probablemente a la adición de harina de malanga, que se ha observado (datos no mostrados) que mejora considerablemente la textura, el aroma y el sabor de los productos de panadería. La disponibilidad de alimentos,

Figura 2. Grado de aceptabilidad de los panes.

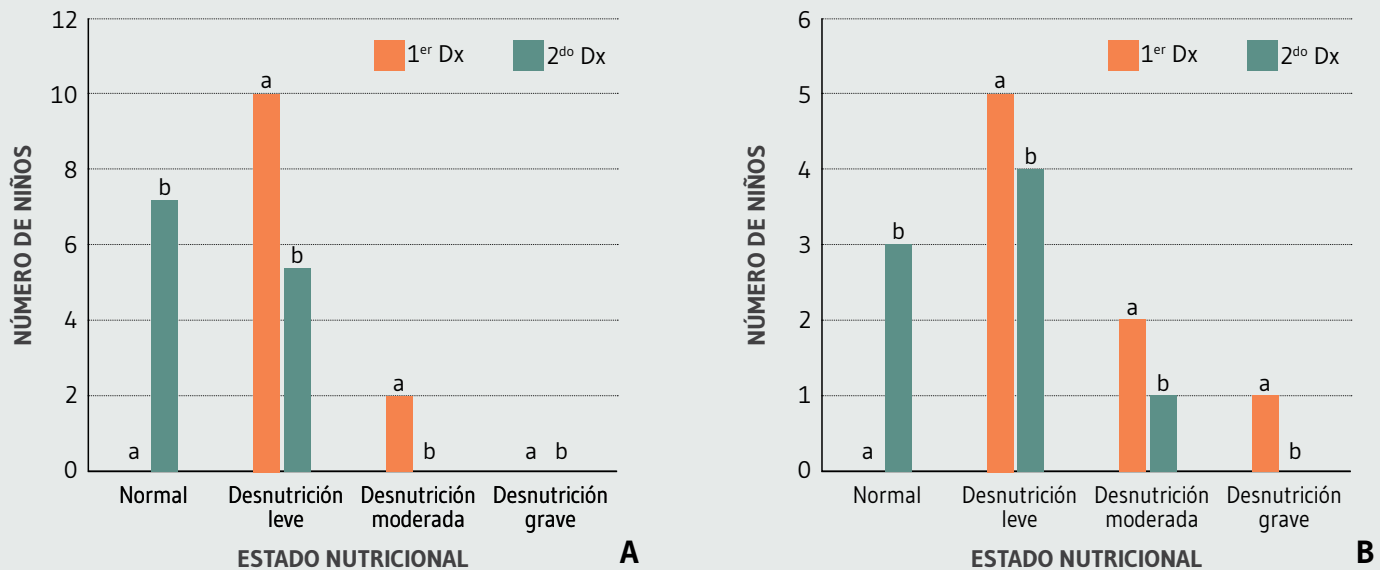
así como las oportunidades y la persistencia con que se ofrece a los niños, las estrategias alimentarias utilizadas para su consumo, las influencias sociales, el entorno, entre otros elementos son factores que influyen en las preferencias alimentarias y los patrones de consumo de los niños²³.

De acuerdo con el análisis proximal de los productos, se deduce que el tipo y la cantidad de nutrientes presentes son adecuados para su uso en poblaciones con deficiencias nutricionales. Es importante mencionar que el pan convencional aporta proteínas de bajo valor biológico (PBVB). Por otro lado, se ha demostrado la alta calidad proteica de la leche, el queso y sus derivados; lo cual se debe a su contenido en proteínas de alto valor biológico (PAVB), que están formadas con todos los aminoácidos esenciales (por su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados)²². Los resultados obtenidos en esta investigación son significativamente superiores a los reportados por López *et al.*²⁴, quienes indicaron 24,44% de humedad, 0,27% de cenizas, 0,84% de grasa, 12,95% de

proteína, 2,01% de fibra y 59,49% de carbohidratos en galletas adicionadas con suero de leche y nuez de macadamia; sin embargo, los porcentajes de proteína son muy similares a los de los panes.

Los cormos de malanga o taro (porción comestible) tienen un alto contenido de tiamina, riboflavina, flavonoides, proteínas, fibra, vitaminas A, C, calcio y de fósforo; son una rica fuente de antioxidantes, principalmente compuestos fenólicos, tanto en cuanto a diversidad como a cantidad; además de taninos condensados y ácido fítico que pueden aportar actividad antioxidante; los fitoesteroles presentes en la malanga inhiben la absorción del colesterol malo (LDL) en el organismo^{25,26}. Los fitoquímicos del taro tienen bioactividades inmunomoduladoras, antioxidantes, antitumorales, antimetastásicas, antimutagénicas, antihiper glucémicas y antihipercolesterolemicas. El taro tiene un índice glucémico inferior al de la patata, y su consumo puede reducir la incidencia y prevalencia de varias enfermedades, incluidos ciertos tipos de cáncer²⁶.

Figura 3. A: Estado nutricional de los niños de la comunidad “El Refugio” antes y después del proceso de complementación alimentaria con el panqué. B: Estado nutricional de los niños de la comunidad “Los Yukis” antes y después del proceso de complementación alimentaria con el pan tipo bollo.



*Letras distintas entre tratamientos (estado nutricional) muestran diferencias significativas ($p < 0,05$, Tukey).

La mejora del estado nutricional de los niños de los dos grupos intervenidos, se debe a la presencia de proteínas, concretamente albúminas presentes en los dos productos procedentes del suero fresco utilizado durante su formulación, así como a otros nutrientes presentes en la harina de malanga. Estos hallazgos son similares a los publicados por López *et al.*²⁴, quienes evaluaron galletas adicionadas con suero de leche y nuez de macadamia en una población infantil, logrando disminuir la desnutrición moderada en 3,53%, la desnutrición leve de 72,72 a 44,43% y el estado nutricional normal de 18,18 a 50,0%. Dado que la desnutrición es la causa subyacente de la mitad de la mortalidad infantil en el mundo, muchos programas intentan abordar este problema, pero faltan pruebas sobre formas eficaces de reducir la desnutrición infantil²⁷. El marasmo es la forma más común de desnutrición aguda en las crisis nutricionales y, en su forma grave, puede provocar la muerte si no se trata²⁸.

Es importante mencionar que los resultados encontrados pueden deberse al efecto de la interacción entre la complementación alimentaria y las recomendaciones dietéticas dadas a las madres por el personal de nutrición que atendió y realizó el estudio. Existen varios estudios que indican una correlación positiva entre la educación de los responsables del cuidado y la mejora del estado nutricional de los niños. Sin embargo, es importante mencionar

que la desnutrición infantil se ve influenciada por diversas causas, entre ellas el ingreso familiar, la accesibilidad y disponibilidad de alimentos, la presencia de enfermedades infecciosas, la calidad del agua, entre otras. Las estrategias para reducir los problemas de déficit alimentario son de suma importancia, especialmente aquellas enfocadas a mejorar la subsistencia y el abastecimiento de los hogares para satisfacer las necesidades alimentarias y de salud de la población.

CONCLUSIONES

El consumo de productos funcionales de forma frecuente ha demostrado ser un excelente aliado en la prevención y tratamiento de enfermedades, al mejorar la salud debido al aporte de macro y micronutrientes esenciales para el buen funcionamiento del organismo. El uso de suero de leche, malanga y harina de cacahuate en la formulación de productos, además de proporcionar los nutrientes necesarios para reducir y mejorar el estado nutricional de los niños, es sensorialmente atractivo. Esto debido a que, al inicio de la investigación, a través de la evaluación antropométrica, se detectó que la mayoría de los infantes estudiados presentaban bajo

peso y baja talla en relación a su edad, situación que mejoró al complementar la dieta de los niños durante tres meses; asimismo, se observó una disminución en los signos y síntomas de desnutrición y estado de ánimo. Cabe destacar la estrecha relación entre los productos evaluados y la seguridad alimentaria nutricional, ya que se cumplen todos los pilares (disponibilidad, accesibilidad, consumo y aprovechamiento biológico), ya que, al ser un producto elaborado con productos locales, incentiva la economía de las familias productoras, además de demostrar que el producto redujo la desnutrición, se puede decir que el aprovechamiento biológico también se cumple. Por otro lado, al generar estrategias para el aprovechamiento del lactosuero, se reducen considerablemente los problemas de contaminación que genera al ser desechado en alcantarillas o ríos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los técnicos del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) y Análisis de Alimentos de la Facultad de Ciencias Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, y a las familias de la colonia "El Refugio" del municipio de Chiapa de Corzo y "Los Yukis" del municipio de Tuxtla Gutiérrez, ambos del estado de Chiapas, por su disponibilidad, apoyo y compromiso para llevar a cabo esta investigación. Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) del Gobierno de México por financiar el proyecto Consolidación de la infraestructura del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas en la convocatoria 316447 de Ciencia de Frontera.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

A.R.-O., L.K.O.-M y L.A.G.-M. desarrollaron la investigación y apoyaron en la escritura del manuscrito. L.O.-C. y V.G.T.-P. participaron en la escritura del manuscrito y en asesoría metodológica. G.V.-G. dirigió la investigación, desarrolló el análisis estadístico, revisó la estructura y redacción del manuscrito.

FINANCIACIÓN

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) del Gobierno de México por el financiamiento del

proyecto Consolidación de la infraestructura del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas en la convocatoria 316447 de Ciencia de Frontera.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés. Todos participamos y asumimos nuestro papel individual y colectivamente en el artículo.

REFERENCIAS

- Keats E, Charbonneau K, Das J, Bhutta Z. Large-scale food fortification has great potential to improve child health and nutrition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2021; 24(3): 271-5. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000745>.
- Perdomo C, Rodríguez E, Carrasco H, Flores H, Matul S, Mayano D. Impacto de un programa comunitario contra la desnutrición infantil. *Rev Chil Pediatr*. 2019; 90(4): 411-21. <https://doi.org/10.32641/rchped.v90i4.901>.
- Langendorf C, Roederer T, de Pee S, Brown D, Doyon S, et al. Preventing Acute Malnutrition among Young Children in Crises: A Prospective Intervention Study in Niger. *PLoS Med*. 2014; 11(9): e1001714. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001714> (Accesado en Julio de 2023).
- UNICEF. Child malnutrition. IOP Publishing PhysicsWeb; 2018. Disponible en: <https://www.unicef.org/mexico/desnutrici%C3%B3n-infantil>
- Shamah T, Amaya M, Cuevas N. Desnutrición y Obesidad: Doble carga en México. *Rev Digital Universitaria*. 2015; 16(5): 3.
- Ochoa-Díaz-López H, García-Parra E, Flores-Guillén E, García-Miranda R, Solís-Hernández R. Evaluación del estado nutricional en menores de cinco años: concordancia entre índices antropométricos en población indígena de Chiapas (México). *Nutr Hosp*. 2017; 34: 820-6. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.700>.
- Rodríguez-Ramírez S, Gaona-Pineda E, Martínez-Tapia B, Romero-Martínez M, Mundo-Rosas V, Shamah-Levy T. Inseguridad alimentaria y percepción de cambios en la alimentación en hogares mexicanos durante el confinamiento por la pandemia de Covid-19. *Salud Publica Mex*. 2021; 63(6). <https://doi.org/10.21149/12790>.
- Chen R, Mostafa I, Hibberd M, Das S, Mahfuz M, et al. A Microbiota-Directed Food Intervention for Undernourished Children. *N Engl J Med*. 2021; 384: 16. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2023294>.
- Schmeer K. Family structure and child anemia in Mexico. *J Social Sci Med*. 2013; 95: 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.10.028>
- Rivera J, Irizarry L, Gonzalez-De Cossio T. Panorama del estado nutricional de la población mexicana en las últimas dos décadas. *Salud Publica Mex*. 2009; 51: 645-56.

- (11) Ramos O, Pereira R, Rodrigues R, Teixeira J, Vicente A, Malcata F. Whey and Whey Powders: Production and Uses. *Encyclopedia of Food and Health*. 2016. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00747-9>.
- (12) Macwan S, Dabhi B, Parmar S, Aparnathi K. Whey and its Utilization. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2016; 5(8): 134-55. <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.508.016>.
- (13) Mudgil D, Barak S. Dairy-Based Functional Beverages. *Milk-Based Beverages*. 2019; 67-93. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815504-2.00003-7>.
- (14) Espinosa-Solis V, Zamudio-Flores P, Espino-Díaz M, Vela-Gutiérrez, G, Rendón-Villalobos J, et al. Physicochemical Characterization of Resistant Starch Type-III (RS3) Obtained by Autoclaving Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) Flour and Corn Starch. *Molecules*. 2021; 26(13): 4006. <https://doi.org/10.3390/molecules26134006>.
- (15) Arya S, Salve A, Chauhan S. Peanuts as functional food: a review. *J Food Sci Technol*. 2016; 53: 31-41. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2007-9>.
- (16) Vela-Gutiérrez G. Procesamiento y conservación de cormos de malanga. Chiapas, México. Colección Montebello, 2019.
- (17) AOAC. Official methods of analysis of AOAC. Maryland, USA. 2016.
- (18) Álvares D, Zapico T, De Aguiar C. Adaptación de una escala hedónica facial para medir las preferencias alimentarias de niños en edad preescolar. *Rev Chil Nutr*. 2008; 35(1): 38-42. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182008000100005>.
- (19) NOM-047-SSA2-2015. Para la atención a la salud del Grupo Etario de 10 a 19 años de edad. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5403545&fecha=12/08/2015 (Accesado en octubre de 2023).
- (20) Ros I, Botija G. Nutrición en el niño en la edad preescolar y escolar. *Protoc Diagn Ter Pediatr*. 2023; 1: 455-66. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/37_nutricion_escolar.pdf (Accesado en marzo 2024).
- (21) Sánchez J, Escamilla R, Calderón Z, Ramírez E, Salazar E. Galletas de suero de leche (Nutriserum). *Boletín científico del Instituto de Ciencias de la Salud*. 2017; 5(10): 3-5. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/2545> (Accesado en septiembre de 2023).
- (22) Fonseca L. Bread with whey. Dissertation, FASTA University, 2018. Disponible en: http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/1675/2/Fonseca_Nu_2018.pdf (Accesado en octubre de 2023).
- (23) Johnson S, Ryan S, Kroehl M, Moding K, Boles R, Bellows L. A longitudinal intervention to improve young children's liking and consumption of new foods: findings from the Colorado LEAP study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2019; 16: 49. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0808-3>.
- (24) López-Villafuerte K, Cabrera-Martínez D, López-Espinosa M, Aguilar-Najera O, Sol-González W, Vela-Gutiérrez G. Evaluación del impacto nutricional y la aceptación organoléptica de galletas enriquecidas con suero de leche, soya y macadamia en comunidad preescolar de Chiapas, México. *Rev CienciaUAT*. 2013; 8(1): 33-41.
- (25) Poaquiza-Caiza K, Escobar-Pungaña J, Chávez D, et al. Antioxidant and antimicrobial properties determination of two varieties of malanga: White malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) and purple malanga (*Xanthosoma violaceum*) cultivated in Ecuador. *Asian J Plant Sci*. 2022; 21: 700-6. <https://orcid.org/700-706.10.3923/ajps.2022.700.706>
- (26) Ribeiro P, De Aquino E, Fernandes C, Nitzche A, Vericimo M, Flosi V. Anticancer and Immunomodulatory Benefits of Taro (*Colocasia esculenta*) Corms, an Underexploited Tuber Crop. *Int J Mol Sci*. 2021; 22: 265. <https://doi.org/10.3390/ijms22010265>.
- (27) Sánchez-Encalada S, Talavera-Torres M, Wong-Chew R. An educational intervention to mothers improved the nutritional status of Mexican children younger than 5 years old with mild to moderate malnutrition. *Global Pediatric Health*. 2019; 6: 1-9. <https://orcid.org/0000-0002-3582-5120>.
- (28) Langendorf C, Roederer T, de Pee S, Brown D, Doyon S, et al. Preventing Acute Malnutrition among Young Children in Crises: A Prospective Intervention Study in Niger. *PLoS Med*. 2014; 11(9): e1001714. <https://orcid.org/10.1371/journal.pmed.1001714>.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

CrossMark
click for updates

www.renhyd.org



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Situación epidemiológica de la salmonelosis en España en el periodo prepanidémico (2013-2019)

Alberto Carbajo Otero^{a,b,*}, Inmaculada León Gómez^{c,d}, Matilde Desirée Pereboom Maicas^e,
María del Carmen Varela Martínez^{c,d}

^a Servicio Veterinario, Hospital General de la Defensa Orad y Gajías, Ministerio de Defensa, Zaragoza, España.

^b Doctorando investigador, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España.

^c Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España.

^d CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid, España.

^e Departamento de Farmacología, Fisiología, Medicina Legal y Forense, Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.

*acarot1@mde.es

Editora Asignada: Macarena Lozano Lorca. Universidad de Granada, Melilla, España.

Recibido el 16 de febrero de 2024; aceptado el 30 de marzo de 2024; publicado el 5 de abril de 2024.

PALABRAS CLAVE

Salmonelosis;

Brote;

Hospitalización;

Vigilancia
Epidemiológica;

Huevo.

Situación epidemiológica de la salmonelosis en España en el periodo prepanidémico (2013-2019)

RESUMEN

Introducción: La salmonelosis es la segunda enfermedad gastrointestinal más notificada y la primera causa de brote alimentario en España y en la UE. El objetivo de este estudio es describir la distribución temporal y las características epidemiológicas de la salmonelosis en España durante el periodo prepanidémico 2013-2019, utilizando tres fuentes de información diferentes.

Metodología: Se realizó un estudio observacional descriptivo retrospectivo en el que se estudiaron los casos individualizados y los brotes de salmonelosis notificados a la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, y los datos registrados en el Conjunto Mínimo Básico de Datos de Altas Hospitalarias entre 2013 y 2019.

Resultados: Se notificaron 60.771 casos de forma individualizada, 2.233 brotes y 24.096 altas hospitalarias de salmonelosis. La incidencia acumulada (IA) de los casos individualizados aumentó hasta 2016, aunque 2018 fue el año de mayor IA. La incidencia acumulada de periodo (IAP) fue más elevada en hombres que en mujeres, tanto para los casos individualizados (27,76 y 25,05, respectivamente) como para las altas hospitalarias (8,32 y 6,50, respectivamente). En los casos individualizados la mayor incidencia se dio en el grupo de 1 a 4 años y en las altas hospitalarias en los menores de un año. El número de casos individualizados, de brotes y de altas hospitalarias fue mayor en los meses cálidos. El alimento notificado con mayor frecuencia en los brotes fue el huevo y el ámbito de ocurrencia el hogar.

Conclusiones: La incidencia de la salmonelosis a nivel nacional e internacional sigue siendo elevada. El huevo y sus derivados son los alimentos que se asocian en más ocasiones a brotes alimentarios. El análisis conjunto de varias fuentes de datos mejora la vigilancia epidemiológica al aportar información complementaria relevante para la toma de decisiones.



KEYWORDS

Salmonellosis;
Outbreak;
Hospitalization;
Epidemiological
Surveillance;
Egg.

Epidemiological pre-pandemic situation of salmonellosis in Spain between the years 2013-2019

ABSTRACT

Introduction: Salmonellosis is the second most reported gastrointestinal disease and the first cause of foodborne outbreaks in Spain and in the EU. The aim of this study is to describe the temporal trend and epidemiological characteristics of salmonellosis in Spain during the pre-pandemic period 2013-2019, using three different sources.

Methodology: A retrospective descriptive observational study was carried out, in which cases and epidemic outbreaks of salmonellosis reported to the Spanish Epidemiological Surveillance Network, as well as information related to the data registered in the Minimum Basic Data Set of Hospital Discharges between 2013 and 2019 were studied.

Results: A total of 60,771 cases, 2,233 outbreaks and 24,096 hospital discharges of campylobacteriosis were reported. The Cumulative Incidence of individualized cases increased until 2016, although 2018 was the year with the highest incidence. The Cumulative Period Incidence was higher in men than in women, both for individualized cases (27.76 and 25.05, respectively) and for hospital discharges (8.32 and 6.50, respectively). In the individualized cases, the highest incidence occurred in the group of 1 to 4 and in hospital discharges in children under one year of age. The number of cases, outbreaks, and hospital discharges was higher in the warmer months. The food item most frequently reported in foodborne outbreaks was egg, and the household was the most frequent setting reported.

Conclusions: Incidence of salmonellosis at the national and international level remains high. Eggs and their derivatives are the foods most often associated with food outbreaks. The joint analysis of multiple data sources improves epidemiological surveillance by providing complementary information relevant to decision-making.

MENSAJES
CLAVE

1. La salmonelosis es una enfermedad con un impacto elevado en la sociedad, siendo la primera causa de brote alimentario en España y en la Unión Europea.
2. El alimento que se asocia a la mayor parte de brotes alimentarios es el huevo y sus derivados.
3. El hogar es el ámbito de exposición más frecuente en los brotes.
4. La inclusión del registro de altas hospitalarias (RAE-CMBD) en la vigilancia epidemiológica complementa la información de otras fuentes de datos y no se ve tan afectada por variables externas que pueden conllevar una infra notificación de datos.

CITA

Carbajo Otero A, León Gómez I, Pereboom Maicas MD, Varela Martínez M del C. Situación epidemiológica de la salmonelosis en España en el periodo prepandémico (2013-2019). Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(2): 155-65. doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2154>

INTRODUCCIÓN

La salmonelosis en las personas cursa habitualmente con un cuadro gastrointestinal autolimitado, aunque en ocasiones se pueden producir manifestaciones sistémicas graves¹. El mecanismo de transmisión es fecal-oral por consumo de agua y alimentos contaminados, contacto con animales y contacto persona-persona^{2,3}. Actualmente, es la segunda enfermedad gastrointestinal más notificada y la primera causa de brote alimentario tanto en España como en el resto de la Unión Europea (EU)^{4,5}. Globalmente se han estimado más de 90 millones de casos anuales de gastroenteritis debida a los serotipos no tifoideos^{6,7}, representando una carga importante en países de alta y baja renta⁶.

El género *Salmonella* está formado por bacterias Gram negativas que se engloban únicamente en dos especies, *S. enterica* y *S. bongori*⁷⁻¹¹, subdividiéndose *S. enterica* en 6 subespecies^{5,9-11}. *S. enterica* subespecie enterica es la responsable del 99% de los casos de salmonelosis en los seres humanos^{3,11}. Los serotipos Typhi y Paratyphi son los causantes de la fiebre tifoidea y paratifoidea, respectivamente, y afectan exclusivamente a las personas⁹.

La salmonelosis está sujeta a vigilancia obligatoria en España desde 2015¹². La administración central recibe las notificaciones de los casos individualizados y de los brotes confirmados desde las Comunidades Autónomas (CC. AA.) a través de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE), que gestiona el Centro Nacional de Epidemiología (CNE), encargándose también de transmitir la información al Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades (ECDC) y a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). En 2015 se estableció el Registro de Actividad de Atención Sanitaria Especializada con base en el Conjunto Mínimo Básico de Datos (RAE-CMBD), catalogando los diagnósticos en función de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE)¹³.

El estudio de la epidemiología de la salmonelosis permite guiar las medidas de salud pública. La utilización de más de una fuente de información permite tener una imagen más completa de la epidemiología de esta enfermedad y orientar con mayor especificidad las medidas a implementar. La situación pandémica modificó la transmisión y la vigilancia de muchas enfermedades, por lo que el estudio en un periodo estable permite tener un punto de partida para comparaciones posteriores.

Este estudio se ha diseñado con el objetivo de describir la distribución temporal y las características epidemiológicas de la salmonelosis en España durante el periodo pre-pandémico 2013-2019, empleando tres fuentes de información diferentes.

METODOLOGÍA

Diseño

Se realizó un estudio observacional descriptivo retrospectivo en el que se analizaron los casos individualizados y los brotes epidémicos de salmonelosis notificados a la RENAVE entre el 1 de enero de 2013 y el 31 de diciembre de 2019, y las altas hospitalarias recogidas en el RAE-CMBD para el mismo periodo. Todos los datos se solicitaron anonimizados mediante los modelos de solicitud normalizados del Centro Nacional de Epidemiología (datos RENAVE) y del Ministerio de Sanidad (datos RAE-CMBD). Se excluyeron del estudio los casos de fiebre tifoidea y paratifoidea ya que tienen una epidemiología diferente y se notifican a la RENAVE como una enfermedad independiente de la salmonelosis. Se escogió como umbral el año 2013 porque el protocolo para realizar la vigilancia obligatoria nacional de la salmonelosis se aprobó en 2013, y el 2019 como límite para evitar el posible sesgo ocasionado por la pandemia de SARS-CoV-2, en cuanto a los cambios de comportamiento de la población y de vigilancia de las CC. AA.

Base de datos RENAVE

Tanto los casos individualizados como los brotes detectados e investigados a nivel local se notificaron desde los servicios de epidemiología de las CC. AA. al CNE. Los casos notificados fueron únicamente los confirmados (con diagnóstico de laboratorio) e incluyeron tanto los asociados como no asociados a los brotes, aunque esta información no siempre se indicó. La información de los brotes incluyó el mecanismo de transmisión, el alimento consumido o el ámbito de exposición, información que no constó en los casos individualizados. La consideración de brote se estableció cuando se produjeron dos o más casos de salmonelosis con una relación epidemiológica entre sí, clasificándose en brotes de origen alimentario (por consumo de agua o de un alimento contaminado)¹⁴ y de otro origen (incluyendo mecanismo de transmisión desconocido). Los casos incluidos en los brotes abarcaron los sospechosos (con gastroenteritis), los probables (con gastroenteritis y una relación epidemiológica) o los confirmados (gastroenteritis y diagnóstico de laboratorio).

Base de datos del RAE-CMBD

Se seleccionaron los registros, tanto de diagnóstico principal (principal causa de hospitalización) como secundario (no registrado como principal, pero presente durante el ingreso) con los siguientes códigos: CIE 9: 003.0, 003.1, 003.2 (003.20, 003.21, 003.22, 003.23, 003.24 y 003.29), 003.8 y 003.9 de los registros del CMBD (2013-2015) y códigos CIE 10: A02.0, A02.1, A02.2 (A02.20, A02.21, A02.22, A02.23, A02.24, A02.25 y A02.29), A02.8

y A02.9 de los registros del RAE-CMBD (2016-2019). Algunas de las variables que se incluyeron fueron: el sexo, la edad, la fecha de ingreso, la fecha de alta y el tipo de alta (*exitus*, etc.).

Análisis y representación de los datos

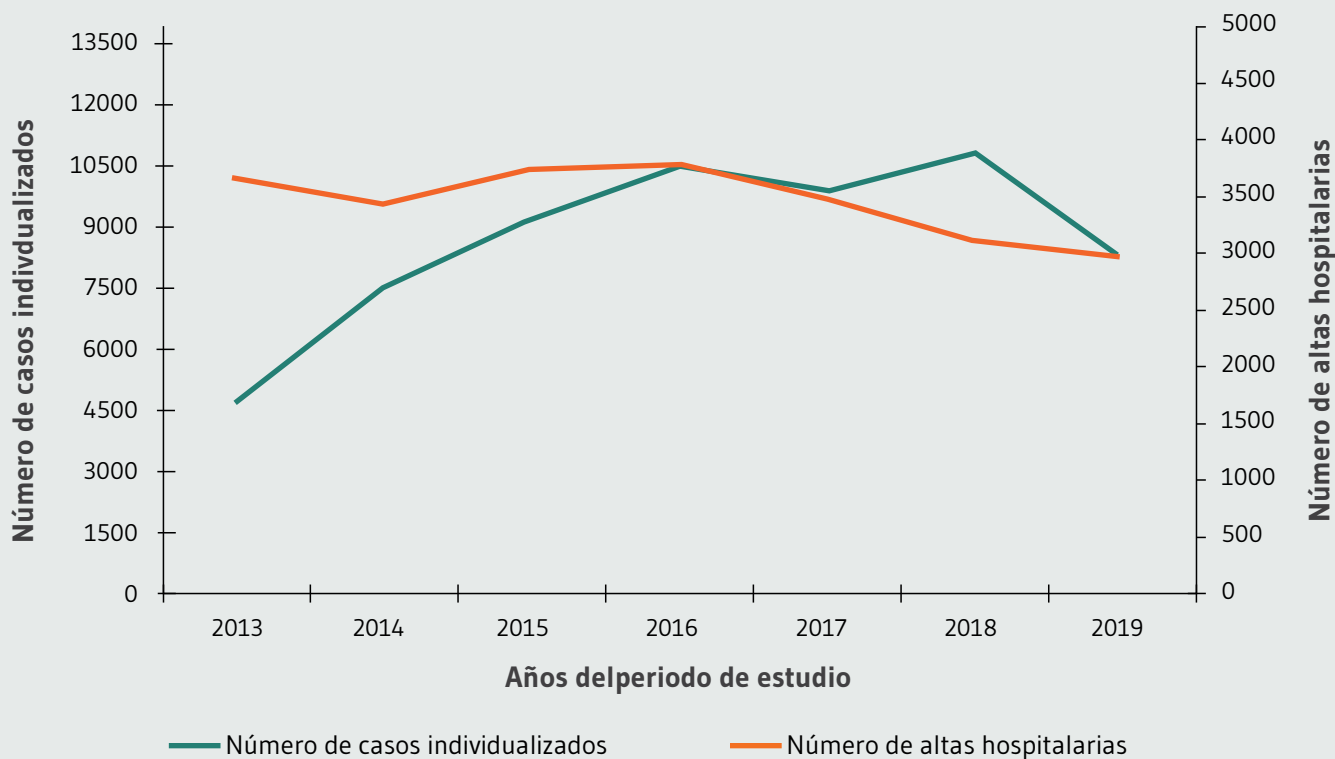
Las variables categóricas se presentaron como número total y porcentaje y las variables continuas como mediana y rango intercuartílico (RIC). Todos los porcentajes se calcularon con relación a los datos disponibles para cada variable. El nivel de confianza aplicado fue del 95% (valor de $p < 0,05$). El análisis estadístico se realizó con la versión 25 del programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) de IBM. La incidencia se calculó por cada 100.000 habitantes como incidencia acumulada (IA)¹⁵ o como incidencia acumulada de periodo (IAP)¹⁶. La IA se calculó tomando la población del padrón continuo del Instituto Nacional de Estadística (INE) al inicio del periodo y excluyendo la población de las CC. AA. que no notificaron casos o brotes. La IAP se obtuvo mediante el cociente del número total de casos y del sumatorio poblacional de todo el periodo.

RESULTADOS

Se notificaron 60.771 casos individualizados, con una mediana de casos por año de 9.181 (RIC: 3.001) y con 53 casos importados (0,19%) sobre los 28.233 con la información disponible. La notificación de los casos individualizados aumentó hasta 2016 con un pico de casos en 2018 (Figura 1). La IA anual fue 14,41 (2013); 22,86 (2014); 28,08 (2015); 32,05 (2016); 29,83 (2017); 32,89 (2018) y 24,82 (2019). La mediana de edad fue igual a 11 años (RIC: 48). Se notificó información del ingreso hospitalario en 22.625 casos individualizados (37,22%), hospitalizándose el 34,12% ($n=7.721$ casos). Se notificaron 65 defunciones sobre los 20.703 registros con información (tasa de letalidad de 0,31%), de las cuales solo 2 se produjeron en menores de edad. La mediana de edad de las defunciones fue de 77,5 años (RIC: 29,5).

Hubo 24.096 altas hospitalarias con diagnóstico de salmonelosis, produciéndose un decrecimiento gradual desde el 2016, que además fue el año con mayor número de altas (Figura 1).

Figura 1. Distribución por años de los casos individualizados ($n=60.771$) y de las altas hospitalarias ($n=24.848$) de salmonelosis. RENAVE Y CMBD, España 2013-2019.



Las medianas de edad y de estancia hospitalaria fueron 46 años (RIC: 63) y 5 días (RIC: 4), respectivamente. En 331 casos se registró *exitus* al alta (tasa de letalidad 1,37%), presentando estos casos una mediana de edad de 77 años (RIC: 19).

Para los casos individualizados la IAp en hombres fue 27,76 (n=31.297) y en mujeres 25,05 (n=29.391), habiendo 83 casos sin información para esta variable. Por edades la IAp en hombres fue superior a la de las mujeres entre los 5 y los 19 años y a partir de los 45 años, mientras que en el resto sucedió lo contrario, aunque en ningún caso las diferencias fueron elevadas (Figura 2). La mayor incidencia se dio en el grupo de 1 a 4 años, seguido del de menores de 1 año y del de 5 a 9 años.

Para las altas hospitalarias la IAp en hombres fue 8,32 (n=13.306) y en mujeres 6,50 (n=10.788). La IAp fue superior en los menores de un año, a pesar de que también se encontraron incidencias elevadas en el grupo de 1 a 4 años, en el de 75-84 años y en el de mayores de 84 años (Figura 2). La IAp fue superior en los hombres en la mayoría de los grupos etarios salvo en el de 20 a 24 y en el de 25 a 34 años, siendo las diferencias más acusadas en los menores de un año y a partir de los 55 años.

Se notificaron 2.233 brotes (Figura 3), con una mediana anual igual a 317 (RIC: 165), de los cuales 3 fueron importados. El

número de casos asociados a los brotes fue de 15.903, con una mediana anual de 2.152 (RIC: 696). Del conjunto de brotes, 1.918 (85,90%) fueron de origen alimentario (6 de ellos de origen hídrico), con 15.001 casos asociados (94,30%); mientras que los 315 brotes de otro origen (14,10%) presentaron 902 casos (6,70%). La mediana de casos por brote fue 4 (RIC: 5) en los alimentarios y 3 (RIC: 1) en los de otro origen. Se declararon 3.044 casos hospitalizados asociados a los brotes sobre 15.073 casos con información (94,70%), suponiendo una tasa de hospitalización del 20,20%. El número de defunciones durante el periodo analizado fue de 27 (tasa de letalidad del 0,20%). La mayor parte de las defunciones se asociaron a brotes en el hogar (n=15; 55%), seguido de los centros sociosanitarios (n=6; 22%).

La distribución de los casos individualizados, de los brotes y de las altas hospitalarias de salmonelosis mostró un marcado patrón estacional, presentando las semanas epidemiológicas de los meses de julio a septiembre los valores (picos) más elevados (Figura 4), siendo el mes de agosto el de mayor número de notificaciones en los 3 registros.

La información del serotipo se facilitó en 22.240 registros individualizados de casos (36,63%; IC: 36,25-37,02), con un total de 83 serotipos diferentes. Los principales serotipos notificados fueron *S. Typhimurium* (n=13.126; 59%; IC: 58,37-59,67);

Figura 2. Incidencia acumulada de periodo por 100.000 habitantes de los casos individualizados y de las altas hospitalarias de salmonelosis por grupos de edad y sexo. RENAVE y RAE-CMBD, España 2013-2019.

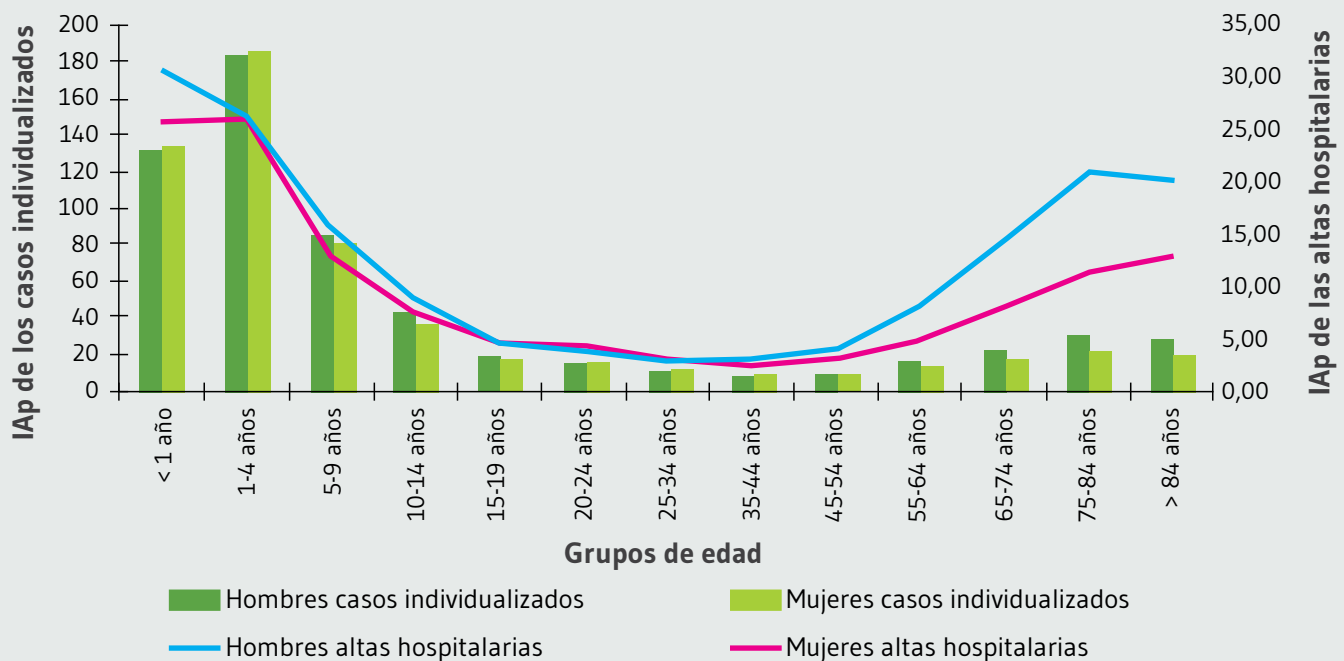
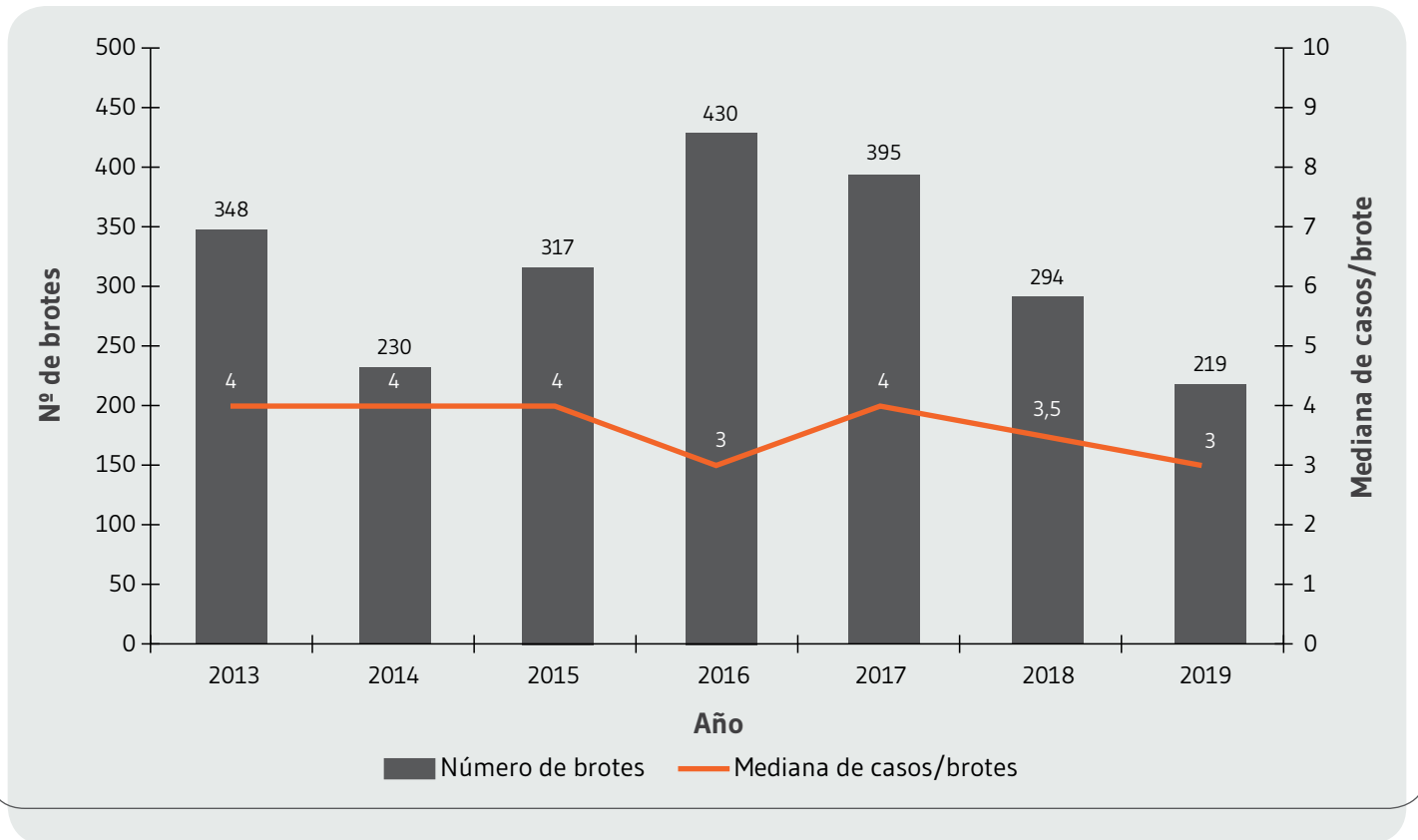


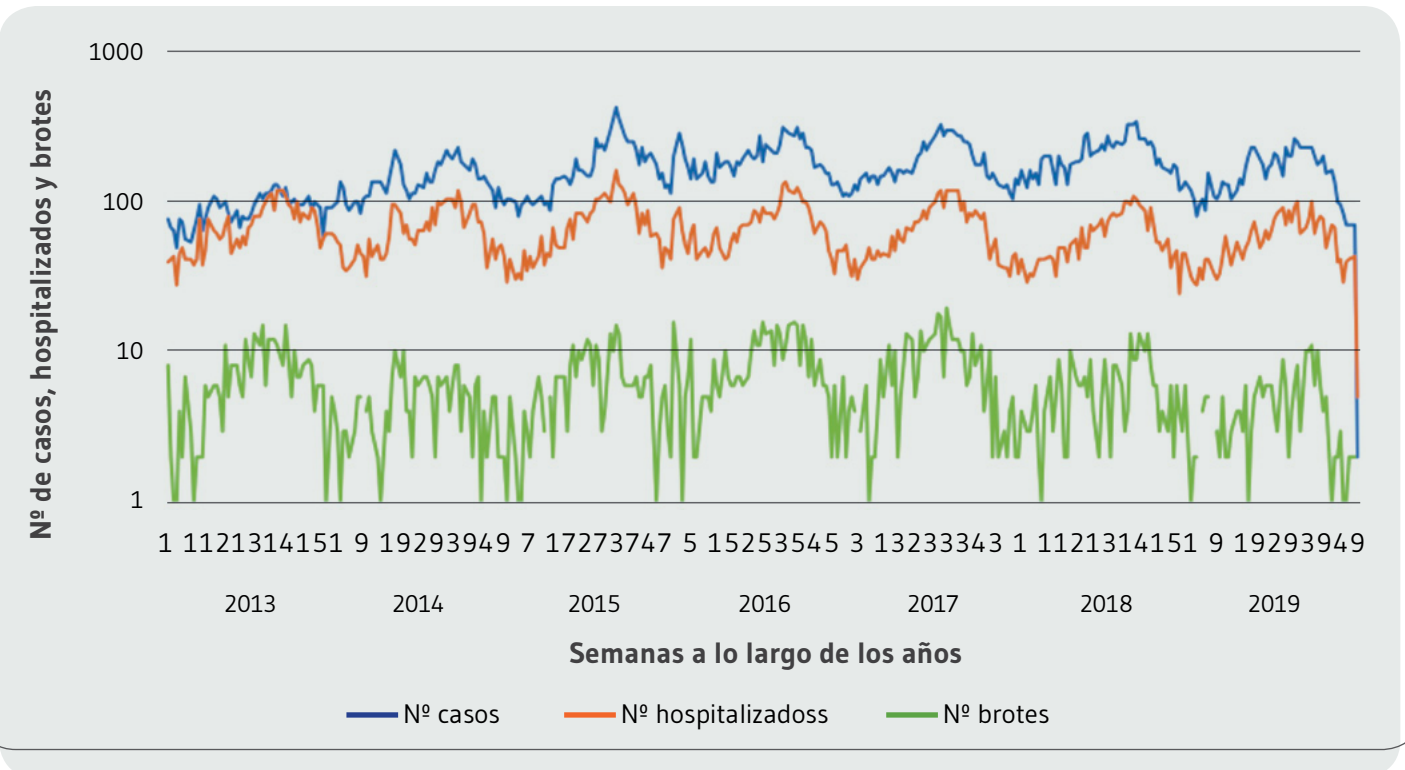
Figura 3. Distribución por años del número de brotes de salmonelosis (n=2.233) y mediana de casos por brote. RENAVE, España 2013-2019.

S. Enteritidis (n=7.717; 34,69%; IC: 34,08-35,33); *S. Typhimurium* monofásica (n=622; 2,79%; IC: 2,58-3,02); *S. Newport* (n=103; 0,46%; IC: 0,38-0,55) y *S. Infantis* (n=71; 0,32%; IC: 0,25-0,40). El predominio de *S. Typhimurium* se mantuvo todos los años, aunque en 2013 su tasa de notificación fue más parecida a la de *S. Enteritidis*, incrementándose la diferencia entre ambas paulatinamente hasta el 2018, momento en el que se volvió a reducir por el decrecimiento de casos de *S. Typhimurium* (Figura 5). En el caso de los brotes el serotipo se notificó en 1.059 de ellos, resultando el más frecuente *S. Enteritidis* (n=802; 75,73%; IC: 73,08-78,); seguido de *S. Typhimurium* (n=223, 21,05%; IC: 18,68-23,59); *S. Typhimurium* monofásica (n=12; 1,13%; IC: 0,61-1,91); *S. Newport* y *S. Infantis* (ambos n=4; 0,37%; IC: 0,11-0,90). El predominio de *S. Enteritidis* en los brotes y de *S. Typhimurium* en los casos individualizados se mantuvo cada año (Figura 5).

El alimento implicado se notificó en 1.481 brotes alimentarios (77,28%; IC: 75,37-79,13). Los alimentos implicados en mayor

número de brotes fueron los productos con huevo (huevo y mayonesa), en 1.055 brotes (71,23%; IC: 68,89-73,50); los productos cárnicos (n=139; 9,38%; IC: 7,97-10,95), sobre todo la carne de ave (n=62; 44,60%; IC: 36,49-52,94); el pescado y marisco (n=32; 2,16%; IC: 1,50-3); y los productos de origen vegetal (n=14; 0,94%; IC: 0,53-1,54). El ámbito de exposición de los brotes se notificó ampliamente (n=2.143; 96%, IC: 95,09-96,73%), destacando en primer lugar el hogar (n=1.235; 57,62%; IC: 55,53-59,71), seguido de la restauración colectiva (n=795; 37,09%; IC: 35,07-39,16). Los bares y restaurantes (n=597; 75%; IC: 71-78) fueron los más habituales dentro de la restauración colectiva, seguido de los centros educativos (escuelas y guarderías) (n=75; 9,43%; IC: 7,54-11,62). La mediana de casos por brote en el conjunto de la restauración colectiva fue de 5 (RIC: 8) y en los hogares de 3 (RIC: 3). El contacto con animales domésticos (perro, gato, caballo o tortuga) como causa más probable de transmisión se notificó en 16 brotes, destacando las tortugas en 11 de ellos.

Figura 4. Distribución por semanas epidemiológicas de los casos individualizados (n=60.771), de los brotes (n=2.233) y de las altas hospitalarias (n=24.096) de salmonelosis. RENAVE y RAE-CMBD, España 2013-2019.



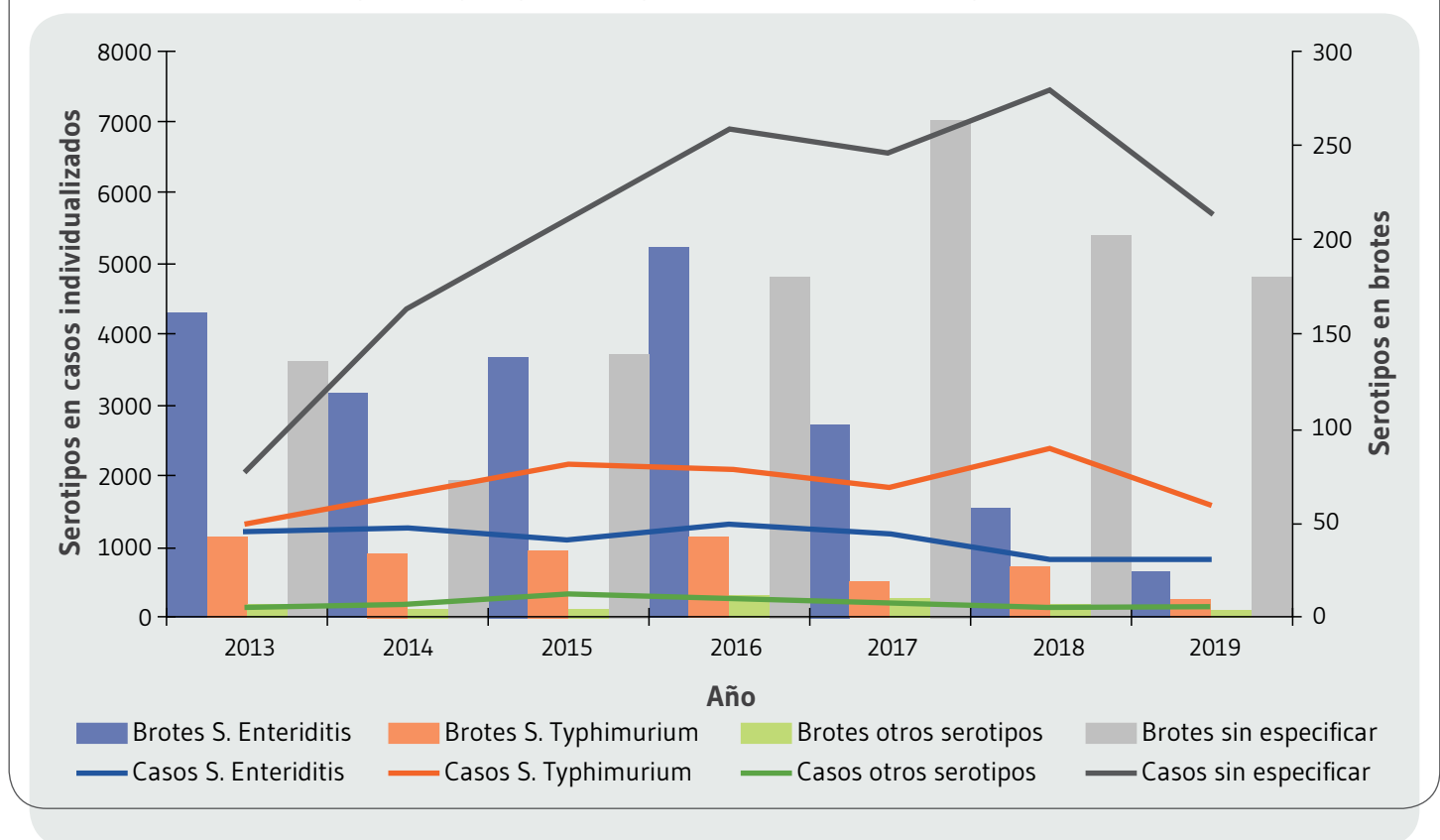
DISCUSIÓN

Se han notificado más de 60.000 casos, más de 2.000 brotes y casi 25.000 hospitalizaciones de salmonelosis en España entre los años 2013 y 2019, siendo el grupo de menores de 5 años el que presentó la mayor incidencia de acuerdo con nuestros datos. El huevo fue el alimento mayormente implicado en los brotes alimentarios y los hogares el ámbito de exposición más común. Las serotipos Enteritidis y Typhimurium fueron los más descritos en nuestro país.

La incidencia de salmonelosis fue incrementándose hasta el año 2016, probablemente por los cambios en la vigilancia al incluirse como enfermedad de declaración obligatoria en 2015, disminuyó en 2017 y en 2018 presentó la IA más alta, volviendo a disminuir en 2019, que también fue el año de menor número de brotes y de casos asociados, que en parte pudo deberse a la falta de notificación de los datos de 2019 durante el 2020 por la pandemia de SARS-CoV-2. Esta tendencia general no se describió en la UE durante los últimos años, donde los casos de salmonelosis

se mantuvieron sin cambios significativos en el mismo periodo, sin embargo, la menor tasa de notificación de brotes en 2019 con respecto a los años previos sí se recogió en los últimos informes conjuntos de zoonosis de la EFSA y del ECDC^{4,17}. En este último informe se menciona que algunos países han informado de falta de información debido a la pandemia, resultando difícil valorar cómo ha podido influir en la notificación de las distintas zoonosis. En cuanto a las hospitalizaciones se produjo una disminución desde 2016, que podría ser similar a la tendencia de los casos individualizados excepto por el aumento de casos que observamos en 2018. Sería necesario hacer estudios más detallados para valorar el aumento de notificación de casos en 2018, que no se reflejó en el número de brotes ni en la hospitalización.

La mayor parte de los casos de salmonelosis fueron autóctonos coincidiendo con el último informe de zoonosis, en el que la mayor parte de los casos confirmados de salmonelosis fueron adquiridos dentro de la UE⁴. De los casos asociados a viajes en la UE, los países de contagio más frecuentes fueron España e Italia⁴. En el caso de los brotes importados desde fuera de España su notificación fue muy escasa.

Figura 5. Evolución en el tiempo de los principales serotipos de Salmonella. RENAVE, España 2013-2019

La incidencia de salmonelosis no tifoidea en función de la edad se ha analizado en diversos trabajos, siendo generalmente superior en menores de 5 años¹⁸⁻²⁴, seguido de los menores de 5 a 14 años^{18,21}, coincidiendo con nuestros resultados. Esto podría deberse a su mayor vulnerabilidad o la tendencia a diagnosticar más a estas edades ya que suelen requerir ingreso hospitalario⁷. Nuestros resultados apoyaron este supuesto, ya que para las altas hospitalarias las mayores incidencias también se dieron en los bebés de 1 año y en los menores de 1 a 4 años. Además, hay que considerar que la dosis infectiva de *Salmonella* spp. es menor en la población infantil⁷.

La incidencia global de casos fue ligeramente superior en hombres que en mujeres al igual que en algunos estudios consultados^{18,21,24}, aunque en menores de 4 años y en mujeres de mediana edad sucedió lo contrario. Sin embargo, en una revisión sistemática de Esan *et al.*²⁵ se citaron diversos artículos con mayor incidencia en mujeres. En cambio, la mayor incidencia de altas hospitalarias en hombres fue más estable en casi todos los grupos de edad.

El contacto con distintos animales (fauna silvestre, animales domésticos, roedores o reptiles, entre otros) es un factor de riesgo asociado con la salmonelosis^{2,11,20}. Nosotros solo referimos el contacto con animales en 16 brotes, la mayor parte por tenencia de tortugas en el hogar, aunque sin demostrar una relación causal. Los brotes relacionados con tortugas domésticas se han documentado en distintas regiones del mundo, afectando principalmente a menores de 5 años²⁶. En España se han descrito brotes en Barcelona, Castellón y Vizcaya, aunque se asociaron sobre todo a las variantes tifoideas^{27,28}.

El patrón estacional que hemos descrito para la salmonelosis en los meses más calurosos (desde junio a agosto) según las 3 bases de datos es similar al de otras publicaciones^{4,11,17,29}. La mayor demanda en los meses estivales de servicios de restauración colectiva, de eventos (bodas, campamentos de verano, etc.) y de algunas prácticas culinarias como las barbacoas^{30,31}, podrían favorecer este patrón estacional. Además, hay que considerar que cuando la temperatura ambiente es alta la reproducción de *Salmonella* aumenta^{31,32}.

Los serotipos que más casos de salmonelosis causaron a nivel mundial fueron Typhimurium y Enteriditis^{9,33}, aunque esta distribución varió según la región, de modo que en Europa los más prevalentes fueron Enteriditis, Typhimurium y Typhimurium monofásica^{4,9,17}. Asimismo, tanto en el último informe de zoonosis como en algunos estudios consultados, *S. Enteriditis* fue el serotipo más prevalente tanto en los casos como en los brotes^{1,4,5}. Nuestros resultados no coincidieron del todo con esta distribución ya que la variante mayoritaria en los brotes fue *S. Enteriditis* (75,54%) mientras que en los casos individualizados fue *S. Typhimurium* (59%) en cada año analizado. Otro serotipo cuya importancia se ha incrementado en los últimos años es *S. Infantis*^{21,33} (el quinto más identificado en nuestros casos y brotes), que podría deberse al elevado porcentaje de aislamientos positivos en muestras de alimentos de origen animal, sobre todo en pollos de engorde, o a la distribución mundial de este serotipo³³.

La transmisión de este microorganismo se asocia frecuentemente al consumo de agua y alimentos contaminados, facilitada por las condiciones deficientes de higiene⁷. El huevo es el alimento que se asocia a la mayor parte de los brotes de salmonelosis en las personas, seguido de la carne de cerdo y otros productos cárnicos^{1,3,4,17,34,35}, situación que también identificamos ya que los productos con huevo implicaron a más del 70% de los brotes. La relación encontrada entre el consumo de productos con huevo y los brotes de salmonelosis en España, así como el porcentaje de aislamientos positivos de *S. Enteriditis* descrito en la UE en pollos de engorde (71,7%), ponedoras y huevos (24,9%)⁴, podrían explicar que fuese el serotipo más notificado en los brotes que investigamos. Los hogares se mostraron como el ámbito más frecuente en los brotes notificados, seguido de la restauración colectiva, coincidiendo con otras publicaciones^{4,5,17}. Esta situación quizás pueda deberse, en parte, a una mayor facilidad de detección de los brotes en estos ámbitos, o a una relajación de las medidas preventivas en el hogar (limpieza de manos y superficies, adecuado cocinado de los alimentos, etc.).

La tasa de hospitalización descrita en los brotes (20,20%) fue superior a la de otros trabajos publicados²⁴ e inferior a la del último informe sobre zoonosis de la UE (21,2%)⁴. Para los casos individualizados también fue inferior (34,12%) a la de este informe (38,90%)⁴. La mayor tasa de hospitalización en los casos individualizados frente a los brotes pudo deberse, en parte, a que los casos sospechosos que sí se incluyeron en la notificación de los brotes no lo fueron en los casos individualizados, pudiendo haber sido estos más leves y no haber requerido diagnóstico microbiológico. No obstante, la información sobre la hospitalización se cumplimentó menos en el registro de casos individualizados (37,22%) que en el de brotes (94,70%).

Según el último informe de zoonosis de la UE, la tasa de letalidad fue igual al 0,22% en los casos individualizados y 0,12%

en los brotes⁴. En nuestro caso la tasa de letalidad fue igual a 0,31% en los casos individualizados; 0,20% en los brotes; y 1,37% en las altas hospitalarias. Esta mayor letalidad podría explicarse parcialmente por un menor diagnóstico de los casos leves, porque las defunciones se produjeron más en personas de avanzada edad (mediana de edad de los casos igual a 77,5 años) y en España esta población es significativa, o incluso por las características de las cepas circulantes en nuestro país, ya que el principal serotipo detectado en los casos en nuestro país no coincidió con el de otros países.

Una de las principales limitaciones de este trabajo radica en que cada país tiene sus propios sistemas de vigilancia, por lo que los resultados no son del todo comparables, pudiendo comparar únicamente las tasas de notificación y no las incidencias reales. Otra limitación destacable es la falta de información y el retraso en la notificación dentro del territorio nacional. Algunas CC. AA. solo notificaron un brote de salmonelosis a la RENAVE y otras dejaron de hacerlo en 2015. Por otro lado, algunas CC. AA. no notificaron casos individualizados y otras solo notificaron uno, por lo que los resultados pueden estar infraestimados. Tampoco ha sido posible comprobar si los casos individualizados notificados incluyeron todos aquellos asociados a los brotes al no estar disponible esa información en la mayor parte de los registros.

CONCLUSIONES

La salmonelosis sigue siendo una enfermedad con una elevada incidencia en España. Los menores de 5 años fueron el grupo etario más afectado en las altas hospitalarias y en los casos individualizados. Nuestros resultados reflejaron la disminución de la salmonelosis en 2019, tanto en los casos individualizados como en los brotes y las altas hospitalarias. Sin embargo, en 2018 se produjo un incremento en la notificación de casos individualizados que habría que estudiar con mayor profundidad. El huevo y sus derivados son los alimentos que se asocian en más ocasiones a brotes alimentarios, siendo estos brotes más frecuentes en el hogar. El análisis conjunto de varias fuentes de información contribuye a mejorar la vigilancia epidemiológica al aportar información complementaria relevante para la toma de decisiones.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

A.C.O: Redacción, revisión y edición del artículo, revisión bibliográfica, solicitud de los datos, depuración de los datos de la

RENAVE y del CMBD, análisis de los datos, discusión y conclusiones. I.L.G: Revisión del artículo y revisión de la parte estadística. M-D.P.M: Revisión del artículo y asesoramiento en la parte clínica. M-C.V.M: Recopilación y depuración de los datos de la RENAVE, corrección del artículo y aprobación de la versión a publicar, conceptualización del tema y conclusiones.

FINANCIACIÓN

Los/as autores/as declaran que no ha existido financiación para realizar este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los investigadores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS

- (1) Chanamé Pinedo L, Mughini-Gras L, Franz E, Hald T, Pires SM. Sources and trends of human salmonellosis in Europe, 2015-2019: An analysis of outbreak data. *Int J Food Microbiol.* 2022; 379. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109850.
- (2) Hoelzer K, Switt AIM, Wiedmann M. Animal contact as a source of human non-typhoidal salmonellosis. *Vet Res.* 2011; 42(1). doi: 10.1186/1297-9716-42-34.
- (3) Chlebicz A, Śliżewska K. Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15(5). doi: 10.3390/ijerph15050863.
- (4) The European Union One Health 2022 Zoonoses Report. *EFSA J.* 2023; 21(12). doi: 10.2903/J.EFSA.2023.8442.
- (5) Osimani A, Aquilanti L, Clementi F. Salmonellosis associated with mass catering: a survey of European Union cases over a 15-year period. *Epidemiol Infect.* 2016; 144(14): 3000-12. doi: 10.1017/S0950268816001540.
- (6) Majowicz SE, Musto J, Scallan E, Angulo FJ, Kirk M, O'Brien SJ, et al. The global burden of nontyphoidal *Salmonella* gastroenteritis. *Clin Infect Dis.* 2010; 50(6): 882-9. doi: 10.1086/650733.
- (7) Bula-Rudas FJ, Rathore MH, Maraga NF. *Salmonella* Infections in Childhood. *Adv Pediatr.* 2015; 62(1): 29-58. doi: 10.1016/j.yapd.2015.04.005.
- (8) Barrow PA, Jones MA, Smith AL, Wigley P. The long view: *Salmonella*-the last forty years. *Avian Pathol.* 2012; 41(5): 413-20. doi: 10.1080/03079457.2012.718071.
- (9) Ferrari RG, Rosario DKA, Cunha-Neto A, Mano SB, Figueiredo EES, Conte-Junior CA. Worldwide Epidemiology of *Salmonella* Serovars in Animal-Based Foods: a Meta-analysis. *Appl Environ Microbiol.* 2019; 85(14). doi: 10.1128/AEM.00591-19.
- (10) Plym Forshell L, Wierup M. *Salmonella* contamination: A significant challenge to the global marketing of animal food products. *OIE Revue Scientifique et Technique.* 2006; 25(2): 541-54. doi: 10.20506/RST.25.2.1683.
- (11) Lamas A, Miranda JM, Regal P, Vázquez B, Franco CM, Cepeda A. A comprehensive review of non-enterica subspecies of *Salmonella* enterica. *Microbiol Res.* 2018; 206: 60-73. doi: 10.1016/j.micres.2017.09.010.
- (12) BOE-A-2015-2837. Orden SSI/445/2015, de 9 de marzo, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, relativos a la lista de enfermedades de declaración obligatoria, modalidades de declaración y enfermedades endémicas de ámbito regional. [Accedido 5 abril 2024]. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-2837.
- (13) BOE-A-2015-1235. Real Decreto 69/2015, de 6 de febrero, por el que se regula el Registro de Actividad de Atención Sanitaria Especializada. [Accedido 5 abril 2024]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-1235>.
- (14) Directiva 2003/99/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, d... [accedido 5 abril 2024]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/LSU/?uri=CELEX:32003L0099>.
- (15) Ferrer MEF, Del Prado González N. Medidas de frecuencia y de asociación en epidemiología clínica. *Anales de Pediatría Continuada.* 2013; 11(6): 346-9. doi: 10.1016/S1696-2818(13)70157-4.
- (16) Carbajo Otero A, Guerrero Vadillo M, León Gómez I, Varela Martínez M del C. Situación epidemiológica pre-pandémica de la campilobacteriosis en España entre los años 2013-2019. *Revista de Salud Ambiental.* 2023; 23(2): 131-40.
- (17) The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA J.* 2022; 20(12). doi: 10.2903/J.EFSA.2022.7666.
- (18) Stanaway JD, Parisi A, Sarkar K, Blacker BF, Reiner RC, Hay SI, et al. The global burden of non-typhoidal salmonella invasive disease: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Infect Dis.* 2019; 19(12): 1312. doi: 10.1016/S1473-3099(19)30418-9.
- (19) Balasubramanian R, Im J, Lee JS, Jeon HJ, Mogeni OD, Kim JH, et al. The global burden and epidemiology of invasive non-typhoidal *Salmonella* infections. *Hum Vaccin Immunother.* 2019; 15(6): 1421. doi: 10.1080/21645515.2018.1504717.
- (20) Munck N, Smith J, Bates J, Glass K, Hald T, Kirk MD. Source Attribution of *Salmonella* in Macadamia Nuts to Animal and Environmental Reservoirs in Queensland, Australia. *Foodborne Pathog Dis.* 2020; 17(5): 357-64. doi: 10.1089/FPD.2019.2706.
- (21) Bassal R, Reisfeld A, Andorn N, Yishai R, Nissan I, Agmon V, et al. Recent trends in the epidemiology of non-typhoidal *Salmonella* in Israel, 1999-2009. *Epidemiol Infect.* 2011; 140(8): 1446-53. doi: 10.1017/S095026881100197X.
- (22) Marchello CS, Fiorino F, Pettini E, Crump JA, Martin LB, Breggi G, et al. Incidence of non-typhoidal *Salmonella* invasive disease: A systematic review and meta-analysis. *J Infect.* 2021; 83(5): 523. doi: 10.1016/j.jinf.2021.06.029.
- (23) Ao TT, Feasey NA, Gordon MA, Keddy KH, Angulo FJ, Crump JA. Global burden of invasive nontyphoidal *Salmonella* disease, 2010(1). *Emerg Infect Dis.* 2015; 21(6): 941-9. doi: 10.3201/EID2106.140999.
- (24) Sala Farré MR, Osorio Sánchez D, Arias Varela C, Simó Sanahuja M, Recasens Recasens A, Pérez Jové J. *Campylobacter* and *Salmonella*

- acute gastroenteritis: Epidemiology and health care utilization. *Medicina Clinica (English ed.)*. 2015; 145(7): 294-7. doi: 10.1016/J.MEDCLE.2016.02.032.
- (25) Esan OB, Pearce M, van Hecke O, Roberts N, Collins DRJ, Violato M, et al. Factors Associated with Sequelae of Campylobacter and Non-typhoidal Salmonella Infections: A Systematic Review. *EBioMedicine*. 2017; 15: 100-11. doi: 10.1016/J.EBIOM.2016.12.006.
- (26) Sodagari HR, Habib I, Shahabi MP, Dybing NA, Wang P, Bruce M. A Review of the Public Health Challenges of Salmonella and Turtles. *Vet Sci*. 2020; 7(2). doi: 10.3390/VETSCI7020056.
- (27) Lafuente S, Bellido JB, Moraga FA, Herrera S, Yagüe A, Montalvo T, et al. Salmonella paratyphi B and Salmonella litchfield outbreaks associated with pet turtle exposure in Spain. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2013; 31(1): 32-5. doi: 10.1016/J.EIMC.2012.05.013.
- (28) Hernández E, Rodríguez JL, Herrera-León S, García I, de Castro V, Muniozguren N. Salmonella Paratyphi B var Java infections associated with exposure to turtles in Bizkaia, Spain, September 2010 to October 2011. *Euro Surveill*. 2012; 17(25). doi: 10.2807/ESE.17.25.20201-EN.
- (29) Maertens de Noordhout C, Devleeschauwer B, Haagsma JA, Havelaar AH, Bertrand S, Vandenberg O, et al. Burden of salmonellosis, campylobacteriosis and listeriosis: a time series analysis, Belgium, 2012 to 2020. *Euro Surveill*. 2017; 22(38). doi: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.38.30615.
- (30) Ravel A, Smolina E, Sargeant JM, Cook A, Marshall B, Fleury MD, et al. Seasonality in human salmonellosis: assessment of human activities and chicken contamination as driving factors. *Foodborne Pathog Dis*. 2010; 7(7): 785-94. doi: 10.1089/FPD.2009.0460.
- (31) Yun J, Greiner M, Höller C, Messelhäusser U, Rampp A, Klein G. Association between the ambient temperature and the occurrence of human Salmonella and Campylobacter infections. *Scientific Reports*. 2016; 6(1): 1-7. doi: 10.1038/srep28442.
- (32) Lake IR. Food-borne disease and climate change in the United Kingdom. *Environ Health*. 2017; 16(Suppl. 1). doi: 10.1186/S12940-017-0327-0.
- (33) Wagenaar JA, Hendriksen RS, Carrique-Mas J. Practical considerations of surveillance of Salmonella serovars other than Enteritidis and Typhimurium. *Rev Sci Tech*. 2013; 32(2): 509-19. doi: 10.20506/RST.32.2.2244.
- (34) Pires SM, Vieira AR, Hald T, Cole D. Source attribution of human salmonellosis: an overview of methods and estimates. *Foodborne Pathog Dis*. 2014; 11(9): 667-76. doi: 10.1089/FPD.2014.1744.
- (35) Sodagari HR, Wang P, Robertson I, Habib I, Sahibzada S. Non-Typhoidal Salmonella at the Human-Food-of-Animal-Origin Interface in Australia. *Animals (Basel)*. 2020; 10(7): 1-33. doi: 10.3390/ANI10071192.

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética // Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

www.renhyd.org



CODINE/EDINEO

Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas del País Vasco/Euskal Autonomia Erkidegoko Dietista-Nutrizionisten Elkargo Ofiziala
Avda. Madariaga, 1 - 3º • Centro Regus
48014 • Bilbao
secretaria@codine-edineo.org
www.codine-edineo.org

CODINNA - NADNEO

Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas de Navarra/Nafarroako Dietista-Nutrizionisten Elkargo Ofiziala
C/ Luis Morondo, 4, Entreplanta-Oficina 5
31006 • Pamplona
secretaria@codinna.com
www.codinna.com

CODINUCAN

Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas de Cantabria
C/ Vargas, 57b - 1º D
39010 • Santander
presidencia@codinucan.es
www.codinucan.es

CODINUGAL

Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas de Galicia
Avda. Novo Mesoiro, 2 - Bajo
15190 • A Coruña
secretariacodinugal@gmail.com
www.codinugal.es

CODINULAR

Colegio Profesional de Dietistas-Nutricionistas de La Rioja
Paseo Francisco Sáez Porres, 1
26009 • Logroño
codinular@gmail.com

CODINUPA

Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas del Principado de Asturias

C/ Joaquín Costa, 48 - Planta Sót.
Hotel Asociaciones Santullano.
33011 • Oviedo
www.codinupa.es

CODNIB

Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas de Illes Balears
C/ Enrique Alzamora, 6 - 3º 4ª
07002 • Palma de Mallorca
info@codnib.es
www.codnib.es

CODNIC

Colegio Profesional de Dietistas-Nutricionistas de Canarias
Avda. Carlos V, 80 - 1ª planta
35240 • El Carrizal (Las Palmas de Gran Canaria)
secretaria@addecan.es
www.addecan.es

CPDNA

Colegio Profesional de Dietistas-Nutricionistas de Aragón
C/ Gran Vía, 25 • Entlo. Dcha.
50006 • Zaragoza
secretaria@dietistasnutricionistasaragon.es
www.dietistasnutricionistasaragon.es

CODINUPA

Colegio Oficial de Dietistas-Nutricionistas del Principado de Asturias
C/ Joaquín Costa, 48 - Planta Sót.
Hotel Asociaciones Santullano.
33011 • Oviedo
www.codinupa.es

AEXDN

Asociación Pro-Colegio de Dietistas-Nutricionistas de Extremadura
C/ Prim, 24
06001 • Badajoz
presidencia.aexdn@gmail.com



CONSEJO GENERAL
DE COLEGIOS OFICIALES DE
Dietistas-Nutricionistas



ACADEMIA
ESPAÑOLA DE
NUTRICIÓN
Y DIETÉTICA

CGCODN:

<https://www.consejodietistasnutricionistas.com>

AEND:

secretaria@academianutricion.org
<http://www.academianutricionydietetica.org>