



Journal of Nursing Informatics and AI in Global Practice and Research

Summary

- Uso de dispositivos portátiles con inteligencia artificial para el cuidado de personas mayores: Revisión sistemática exploratoria
Use of artificial intelligence supported wearable devices for elderly care: a scoping review
- Prevalencia de la fibrilación auricular en pacientes posoperatorios de cirugía cardíaca
Prevalence of atrial fibrillation in postoperative cardiac surgery patients
- Efectividad de la hemofiltración veno-venosa continua en pacientes con shock séptico
Effectiveness of continuous veno-venous haemofiltration in patients with septic shock
- Seguridad del azul de metileno en la prevención del síndrome vasopléjico en cirugía cardíaca: un meta-análisis
The safety of methylene blue in the prevention of vasoplegic syndrome in cardiac surgery: a meta-analysis
- Evaluación por perfil asistida genéticamente en simulaciones clínicas
Genetic-assisted profiling in clinical simulations
- El comienzo de una nueva etapa
The beginning of a new stage





**Journal of
Nursing
Informatics
and AI in Global
Practice and
Research**

CECOVA
Nursing Council of
the Valencian Community



Central office / Oficina central
CECOVA (Consejo de Enfermería de la Comunidad Valenciana)
C/ Xàbia,4-3º, puerta 10 - 46010 Valencia

Proposals / Propuestas
Send to / Enviar a:
journal@journurs-cecova.com

Principal contact / Contacto principal
PhD José Vte Carmona Simarro
PhD. Departamento de Enfermería. Universidad Europea de Valencia. Spain. Vocal IV del Colegio de Enfermería de Valencia. Miembro Fundador de la Academia de Enfermería de Valencia.
Telf. 963937015
info@journurs-cecova.com

Support contact / Soporte técnico
Santi Arrufat Prades (ARRUFAT Informàtica Telf. 649152565
web@arrufatinformatica.net

Printing / Impresión
Temps impresores, Valencia (Spain)

ISSN: 2952-3192

ÍNDICE / SUMMARY

Equipo editorial / <i>Editorial Team</i>	.....7
Comité científico / <i>Scientific committee</i>	.....8
El futuro de la Enfermería en la era de la “Inteligencia digital”	..... 15
<i>The future of nursing in the age of “digital intelligence”</i>	..... 16
Normas de publicación	..... 17
<i>Publication standards</i>	..... 19

ARTÍCULOS / ARTICLES

- Uso de dispositivos portátiles con inteligencia artificial para el cuidado de personas mayores: Revisión sistemática exploratoria	.....21
<i>- Use of artificial intelligence supported wearable devices for elderly care: a scoping review</i>	.....47
- Prevalencia de la fibrilación auricular en pacientes posoperatorios de cirugía cardíaca	.....61
<i>- Prevalence of atrial fibrillation in postoperative cardiac surgery patients</i>	.....73
- Efectividad de la hemofiltración veno-venosa continua en pacientes con shock séptico	.....85
<i>- Effectiveness of continuous veno-venous haemofiltration in patients with septic shock</i>	.....95
- Seguridad del azul de metileno en la prevención del síndrome vasopléjico en cirugía cardíaca: un meta-análisis	.....109
<i>- The safety of methylene blue in the prevention of vasoplegic syndrome in cardiac surgery: a meta-analysis</i>	.....117

ARTÍCULOS CORTOS / SHORT ARTICLES

- Evaluación por perfil asistida genéticamente en simulaciones clínicas	.....129
<i>- Genetic-assisted profiling in clinical simulations</i>	.....133
- El comienzo de una nueva etapa	.....137
<i>- The beginning of a new stage</i>	.....143

EQUIPO EDITORIAL / EDITORIAL TEAM



Dr. D. Juan José Tirado Darder

Presidente del Consejo de Enfermería de la Comunidad Valenciana (CECOVA). Doctor en Ciencias de la Salud. Vicepresidente del Colegio Oficial de Enfermería de Valencia. Miembro fundador de la Academia de Enfermería de Valencia. Gerontólogo.

President of the Nursing Council of the Valencian Community (CECOVA). PhD in Health Sciences. Vice President of the Valencia College of Nursing. Founding member of the Valencia Nursing Academy. Gerontologist.



Dr. D. José Antonio Ávila Olivares

Secretario del Colegio Oficial de Enfermería de Alicante.

Secretary of the Alicante Official College of Nursing.



D. Francisco Mulet Falcó

Presidente de Honor del Colegio Oficial de Enfermería de Valencia.

Honorary President of the Valencia College of Nursing.



Dra. Dña. Isabel Almodóvar Fernández

Presidenta del Colegio Oficial de Enfermería de Castellón. Doctora por la Universidad Cardenal Herrera CEU. Licenciada en Ciencias Químicas por la Universitat Jaume I y Diplomada en Enfermería por la UCH CEU. Profesora del Grado de Enfermería en la Universitat Jaume I.

President of the Official College of Nursing of Castellón. Doctor from the Cardenal Herrera CEU University. Degree in Chemistry from the Universitat Jaume I and Diploma in Nursing from the UCH CEU. Lecturer of the Degree in Nursing at the Universitat Jaume I.



Dra. Dña. Laura Almudéver Campo

Presidenta del Colegio Oficial de Enfermería de Valencia. Licenciada en Periodismo.

President of the Valencia College of Nursing. Degree in journalism.



Dña. Monserrat Angulo Perea

Presidenta del Colegio Oficial de Enfermería de Alicante.

President of the Alicante Official College of Nursing.

COMITÉ CIENTÍFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE

Cuidados críticos, Urgencias y Emergencias, Simulación Clínica *Critical Care, Urgencies and Emergencies, Clinical Simulation*



Dr./PhD D. José Vte Carmona-Simarro

PhD. Departamento de Enfermería. Universidad Europea de Valencia. Spain. Doctor en Ciencias de la Salud. Vocal IV del Colegio de Enfermería de Valencia. Miembro Fundador de la Academia de Enfermería de Valencia. Licenciado en Antropología Social y Cultural. Máster en Urgencias, Emergencias y Catástrofes. Máster en Cuidados al Paciente Crítico. Experto en Dirección y Gestión de Centros Sanitarios. Experto en Prevención y tratamiento en Drogodependencias. Experto en Inteligencia Emocional.
PhD. Nursing department. European University of Valencia. Spain. PhD in Health Sciences. Member IV of the Valencia College of Nursing. Founding member of the Valencia Nursing Academy. Degree in Social and Cultural Anthropology. Master in Emergencies, Emergencies and Catastrophes. Master in Critical Patient Care. Expert in Management and Administration of Health Centers. Expert in Prevention and Treatment of Drug Addiction. Expert in Emotional Intelligence.



Dña. Irene Bellés García

Graduada en Enfermería por la Universitat de València, Spain. Máster en Enfermería en Instrumentación Quirúrgica. Enfermera de la Unidad Quirúrgica: quirófanos del Hospital Doctor Peset Aleixandre, Hospital Clínico de Valencia, Hospital NISA 9 de Octubre de Valencia y Quirófanos del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia. Diploma del Centro Alemán: ZEUGNIS Prüfung Grundstufe II.
Graduated in Nursing from the University of Valencia, Spain. Master in Nursing in Surgical Instrumentation. Unit Nurse Surgical: operating rooms of the Hospital Doctor Peset Aleixandre, Hospital Clinic of Valencia, Hospital NISA 9 de Octubre in Valencia and Operating rooms of the Valencia General University Hospital Consortium. Diploma from the German Center: ZEUGNIS Prüfung Grundstufe II.

Oncología *Oncology*



Dr./PhD D. José Javier González Cervantes

Doctor en Ciencias de la Salud por la UCV. Experto en el Área de Enfermería Oncológica. Máster en Bioética. Máster en secundaria, bachillerato y ciclos formativos. 15 años como supervisor de enfermería en radiodiagnóstico en la FUNDACIÓN INSTITUTO VALENCIANO DE ONCOLOGÍA, Spain.
PhD in Health Sciences from the UCV. Expert in the Oncology Nursing Area. Director of the Master's Degree in Oncology Nursing. Master in Bioethics. Master's degree in secondary, baccalaureate and training cycles. 15 years as nursing supervisor in diagnostic radiology at VALENCIA INSTITUTE OF ONCOLOGY FOUNDATION, Spain.

Gestión y Administración
Management and Administration



Dr./PhD D. Antonio Ruiz Hontangas

Director de Enfermería del Departamento de Salud de la Ribera. Consellería de Sanitat. Valencia.

Tenured Professor. Director of the Department of Health Sciences of the European University of Valencia. Spain.



Dra./PhD Dña. Silvia Trujillo Barberá

Doctora en Biomedicina y Ciencias de la Salud, Máster en Gestión Sanitaria. Directora del Área de Salud de la Universidad Europea de Valencia, España.

PhD in Biomedicine and Health Sciences, Master in Healthcare Management. Director of the Department of Health Sciences of the Valencia European University. Spain.



Dr./PhD D. Pedro Navarro Illana

Doctorado por la Universidad Católica de Valencia, donde ejerció como Director de la Escuela de Enfermería desde el año 2008, ocupando el cargo de Decano hasta el año 2015. En 2018 asumió el cargo de Rector de TECH México Universidad Tecnológica. En 2022 fue nombrado Vicepresidente Ejecutivo del Grupo Educativo Internacional TECH, donde actualmente desempeña sus responsabilidades.

PhD from the Valencia Catholic University, where he served as Director of the Nursing School since 2008, holding the position of Dean until 2015. In 2018 he assumed the position of Rector of TECH México Universidad Tecnológica. In 2022 he was appointed Executive Vice President of the TECH International Educational Group, where he currently performs his responsibilities.



Dra./PhD Dña. Andrea Carvalho Araújo Moreira

Doutorado em Enfermagem. Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, Brasil
Universidade Estadual Vale do Acaraú, Curso de Enfermagem. Brasil.

PhD in Nursing. Federal University of Ceara, UFC, Fortaleza, Brazil Vale do Acaraú State University, Nursing Course. Brazil.



Dra./PhD Dña. Mayanin Rodríguez Caicedo

Vicerrectora de Asuntos Estudiantiles de la Primera Casa de Estudios Superiores. Universidad de Panamá. Facultad de Enfermería. Panamá. Rodríguez Caicedo, M. E., & Castillo, Y. (2023).

Vice Chancellor for Student Affairs of the First House of Higher Studies. Panama university. Faculty of Nursing. Panama.



Dña. Clemencia Janeth Cuellar Nieto

Magister en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional con énfasis en la formación de dirigentes Organizacionales de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). Diplomada en Gestión Administrativa Institucional en Nutrición, Universidad del Rosario.

Master's Degree in Human and Organizational Development Administration with emphasis on the training of Organizational leaders from Pereira Technological University (UTP). Diploma in Institutional Administrative Management in Nutrition, Universidad del Rosario.



Dra./PhD Dña. Myriam Duran Parra

Nurse Specialist in Health Services Management, Master in Nursing, Doctorate in Education. Vice-President First Andean Region ALADEFE, Former President Colombian Association of Schools and Faculties of Nursing ACOFAEN, Former Dean Faculty of Health University of Santander UDES, Member SIGMA TETHA TAU NURSING NOW, Director Nursing Program University of Santander UDES Bucaramanga, Colombia, Junior Researcher MINCIENCIAS, Colombia, Creator and Designer of the Nursing Program at the University of Santander. Colombia, Member of the research group EVEREST Category A1 Minciencias.

Nurse Specialist in Health Services Management, Master in Nursing, PhD in Education. Vice President of the First Andean Region ALADEFE, Former President of the Colombian Association of Nursing Schools and Faculties ACOFAEN, Former Dean of the Faculty of Health at the University of Santander UDES, Member of SIGMA TETHA TAU NURSING NOW, Director of the Nursing Program at the University of Santander UDES Bucaramanga, Colombia, Junior Researcher MINCIENCIAS, Colombia, Creator and Designer of the Nursing Program at the University of Santander. Colombia, Member of the EVEREST Category A1 Minciencias research group.

Inteligencia Artificial
Artificial intelligence



D. Federico Juárez

Máster en Inteligencia Artificial por el IIA (Instituto de Inteligencia Artificial).
Master in Artificial Intelligence from the IIA (Institute of Artificial Intelligence).



Dra./PhD Dña. Esther Navarro Illana

Decana Adjunta de Enfermería. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad Católica de Valencia. Spain.

Associate Dean of Nursing. Faculty of Medicine and Health Sciences. Valencia Catholic University. Spain.



D. José Vicente Visconti Gijón

Diplomado y Graduado en enfermería por la Universitat de València (1991|2013), Primer ciclo de Ingeniería Informática por la Universitat de València (1997), Especialista en gestión de servicios de enfermería por la Escuela Valenciana de Estudios de la Salud (2003), Máster universitario en auditoría y acreditación de la calidad de las organizaciones y prácticas sanitarias por la Universitat Politècnica de València (2006), Ingeniería biomédica. Especialidad en Bioelectrónica e Instrumentación, Profesor asociado en la Universitat de València.

Diploma and Graduate in Nursing from the University of Valencia (1991 | 2013), First cycle of Computer Engineering completed by the University of Valencia (1997), Specialist in management of nursing services from the Valencian School of Health Studies (2003), Master's degree in auditing and accreditation of the quality of healthcare organizations and practices from the Polytechnic University of Valencia (2006), Biomedical engineering. Specialty in Bioelectronics and Instrumentation, Associate Professor at the University of Valencia.

Ciencias de la salud
Health Sciences



Sra. Mª Ángeles Bruño Martí

Diplomada y Graduada en Enfermería por la Universidad de Valencia (1995/2013). Licenciada en Humanidades por la Universidad de Valencia (2010). Máster en Instrumentación Quirúrgica por la Universidad de Valencia (2000). Máster en Oxigenación y Circulación Extracorpórea por la Universitat de Barcelona (2012). Máster en Administración Sanitaria (Escuela Nacional de Sanidad. Madrid. 2022). Estudiante de Doctorado. Profesora Asociada Adjunta en la «Universitat de Valencia». Departamento de Enfermería. Miembro de la Junta Directiva de la Asociación Española de Perfusionistas. Secretaria del Comité de Acreditación del «European Board for Cardiovascular Perfusion».

Diploma and Graduate in Nursing from the University of Valencia (1995/2013). Degree in Humanities from the University of Valencia (2010). Master in Surgical Instrumentation from the University of Valencia (2000). Master in Oxygenation and Extracorporeal Circulation from the University of Barcelona (2012). Master in Health Administration (National School of Health. Madrid. 2022). PhD Student. Adjunct Associate Professor at the "Universitat de Valencia". Department of Nursing. Member of the Board of Directors of the Spanish Association of Perfusionists. Secretary of the Accreditation Committee of the "European Board for Cardiovascular Perfusion".



Dra./PhD Dña. Malgorzata Witkowska-Zimny

Bióloga, docente académica de anatomía y fisiología, profesora asistente y coordinadora de Erasmus+ en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Medicina de Varsovia, Polonia. Desarrolló sus habilidades de tutoría en la Universidad de Groningen, Países Bajos, dentro del Proyecto de Maestría en Didáctica, Enseñanza Universitaria y Tutoría.

Biologist, academic teacher of anatomy and physiology, Assistant Professor and Erasmus+ Coordinator at the Faculty of Health Sciences, Medical University of Warsaw, Poland. She developed her tutoring skills at the University of Groningen, Netherlands, within the Masters of Didactics, University Teaching and Tutoring Project. She is an education enthusiast involved in promoting scientific literacy.



Dra./PhD Dña. Sara Esqué Boldú

DOCTORADO, Universitat d'Andorra, MÁSTER OFICIAL EN TECNOLOGIA EDUCATIVA: E-LERNING Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, Cap de l'Escola d'infermeria. Universitat d'Andorra, Miembro del Grup de Recerca en Ciències de la Salut i Serveis sanitaris (GRCS) de la Universitat d'Andorra, Miembro del Grup de Recerca Interdisciplinari en Educació (GRIE) de la Universitat d'Andorra.

DOCTORATE, Universitat d'Andorra, OFFICIAL MASTER'S DEGREE IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY: E-LERNING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, Cap de l'Escola d'infermeria. Universitat d'Andorra, Member of the Research Group in Health Sciences and Sanitary Services (GRCS) of the Universitat d'Andorra, Member of the Interdisciplinary Research Group in Education (GRIE) of the Universitat d'Andorra.



Dña. Carrie Kirby

Profesora Titular de Enfermería para Adultos – Programa de Hong Kong, Facultad de Salud y Ciencias de la Vida, Escuela de Enfermería y Obstetricia de Oxford, Campus de Marston Road, Jack Straws Lane, Marston.

Senior Lecturer Adult Nursing/Hong Kong Programme, Faculty of Health and Life Sciences, Oxford School of Nursing and Midwifery, Marston Road Campus, Jack Straws Lane, Marston.



Dra./PhD Dña. María Antonieta Rubio Tyrrell

Bachiller en Enfermería (Revalida de Titulo en la EEAN/ UFRJ, 1976), Diplomada en Investigación Cualitativa (I y II – por el Centro de Estudios de la Red de Docentes de América Latina – RedDOLLAC). Especialista en: Enfermería Obstétrica, Enfermería Pediátrica, Administración Hospitalaria y en Tecnología Educativa para la Salud. Magister en Enfermería en Salud Colectiva y Doctora en Enfermería y Sociedad. Profesora Titular de la Escuela de Enfermería Anna Nery de la Universidad Federal de Rio de Janeiro (EEA/UFRJ/DE, jubilada en 2018) y actual Profesora Emérita de la UFRJ. Doctor Honoris Causa de seis (06) Universidades Peruanas.

Bachelor of Nursing (Revalidation of Degree at EEAN/ UFRJ, 1976), Diploma in Qualitative Research (I and II – by the Center for the Study of the Latin American Teachers' Network – RedDOLLAC). Specialist in: Obstetric Nursing, Pediatric Nursing, Hospital Administration and Educational Technology for Health. Master in Nursing in Collective Health and PhD in Nursing and Society. Full Professor of the Anna Nery Nursing School of the Federal University of Rio de Janeiro (EEA/ UFRJ/DE, retired in 2018) and current Emeritus Professor of UFRJ. Doctor Honoris Causa from six (06) Peruvian Universities. Author of books and book chapters, countless technical-scientific articles and advisor for more than fifty Master's and Doctorate theses.



Dra./PhD Dña. Isabel Rabiais

Enfermeira e professora auxiliar na Universidade Católica Portuguesa. Doutora em Enfermagem (Educação em Enfermagem) em 2014, pela Universidade Católica Portuguesa. Mestre em Ciências da Educação pela Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Motricidade Humana em 2007. Coordenadora do Mestrado em Enfermagem e do Curso de Pós-Graduação em Supervisão Clínica. Tem desenvolvido investigação nas áreas das Ciências da Saúde e Ciências da Educação. Publicou vários artigos em revistas especializadas e trabalhos em atas de eventos e tem uma obra publicada (2016): “A Centralidade do estudante na aprendizagem do cuidado”.

Nurse and assistant professor at the Catholic University of Portugal. PhD in Nursing (Nursing Education) in 2014, from the Catholic University of Portugal. Master in Educational Sciences from the Technical University of Lisbon. Faculty of Human Motricity in 2007. Coordinator of the Master's Degree in Nursing and the Postgraduate Course in Clinical Supervision. He has developed research in the areas of Health Sciences and Education Sciences. He has published several articles in specialized journals and works in event proceedings and has a published work (2016): "The Centrality of the Student in Learning Care".



Dra./PhD Dña. Tiina Nurmela

Doctora en Filosofía (Ciencias de la Salud) (PhD), Universidad de Tampere, Finlandia
Máster en Educación (M.Ed), Universidad de Turku, Finlandia.

Máster en Atención de la Salud (Programa de grado en Atención de la Salud: materia principal: Ciencias de la enfermería, materia adicional: administración) (MNSc), Universidad de Tampere, Finlandia. Profesora de enfermería (RNT), Instituto de Educación para el Cuidado de la Salud de Tampere, Finlandia.

Doctor of Philosophy (Health Sciences) (PhD), University of Tampere, Finland. Master of Education (M.Ed), University of Turku, Finland.

Master of Health Care (Degree programme in Health Care: main subject: Nursing science, additional subject: administration) (MNSc), University of Tampere, Finland. Registered nursing teacher (RNT), Tampere Institute of Health Care Education.



Dr./PhD D. Álvaro José Solaz García

Enfermero del Hospital Universitario La Fe, Valencia, España. Profesor de la Universidad Europea de Valencia, España. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Enfermería. Máster de Enfermería en Urgencias y Emergencias por la Universidad Católica de Valencia.

Nurse at La Fe University Hospital, Valencia, Spain. Professor at the European University of Valencia, Spain. Faculty of Health Sciences. Nursing department. Master of Nursing in Emergencies and Emergencies from the Catholic University of Valencia. As a Researcher, he has participated in more than twenty International and National projects, publishing articles of clinical interest in WOS and quality indexed journals.



Dra./PhD Dña. Maria Denise Schimith

Possui graduação em Enfermagem pela Universidade Federal de Santa Maria (1989) e mestrado em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2002). Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp/SP). Pós-doutora pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), com bolsa CNPq PDJ. Professora associada da Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente é Diretora do Centro de Ciências da Saúde da UFSM. Membro da Associação Rede Unida, entidade internacional.

She holds a degree in Nursing from the Federal University of Santa Maria (1989) and a Master's degree in Nursing from the Federal University of Rio Grande do Sul (2002). She holds a PhD in Science from the Federal University of São Paulo (Unifesp/SP). She holds a post-doctorate from the Federal University of Rio Grande (FURG), with a CNPq PDJ scholarship. She is an associate professor at the Federal University of Santa Maria. She is currently the Director of the Health Sciences Center at UFSM. She is a member of the Rede Unida Association, an international entity.



Dra./PhD Dña. Kelly Myriam Jiménez de Aliaga

Ciudadana celendina peruana, Licenciada, Maestra y Doctora en Enfermería Universidad Nacional Cajamarca, Universidad Nacional Trujillo, (EEAN/Universidade Federal do Rio de Janeiro Brasil) respectivamente; PhD Universidad Abad Oliba CEU y PhD en Enfermería Universidade Federal do Piauí, Investigadora – docente, UCV y Jefa y Directora de Investigación Filial Lima, 2009 a abril del 2018; docente investigadora en Universidad Autónoma de Tamaulipas México, docente invitada Posgrado – Universidades: UPCH – UNMSM; producción científica en Revistas ISSN México – Brasil; Autora de Proyectos institucionales PIFI – UAT y Proyectos de Fondo Concursable UCV 2018 – 2019; Consultora de Revistas Científicas: UF Piauí – Brasil y European Journal of Health Research (EJHR), líder del Cuerpo Académico de Salud Comunitaria – Línea de Investigación Comunitaria – Infantil – Políticas de Salud. Calificada Perfil PROMEP – México.

Peruvian citizen of Celendina, Graduate, Master and PhD in Nursing, Cajamarca National University, Trujillo National University, (EEAN/Universidade Federal do Rio de Janeiro Brazil) respectively; PhD Abad Oliba CEU University and PhD in Nursing Federal University of Piauí, Researcher-teacher. UCV and Head and Director of Research at the Lima Branch, 2009 to April 2018; research professor at the Autonomous University of Tamaulipas, Mexico, visiting professor at the Postgraduate level – Universities: UPCH – UNMSM; scientific production in ISSN Journals Mexico – Brazil; Author of institutional projects PIFI – UAT and UCV Competitive Fund Projects 2018 – 2019; Consultant for Scientific Journals: UF Piauí – Brazil and European Journal of Health Research (EJHR), leader of the Community Health Academic Body – Community – Child – Health Policies Research Line. Qualified PROMEP Profile – Mexico.



D. Francisco Javier Pareja Llorenss

Enfermero del servicio de urgencias del Hospital General de Castellón. Profesor de Enfermería Clínica en la Universidad CEU Cardenal Herrera en Castellón y Doctorando en la misma universidad.

Nurse in the emergency department of the General Hospital of Castellón. Professor of Clinical Nursing at the CEU Cardenal Herrera University in Castellón and PhD student at the same university.

El futuro de la Enfermería en la era de la “Inteligencia digital”

En el umbral de una nueva era en el cuidado de la salud, nos encontramos ante una transformación sin precedentes en la práctica de la enfermería. La emergencia de sistemas de inteligencia artificial cada vez más sofisticados no solo está redefiniendo nuestras capacidades diagnósticas y terapéuticas, sino que nos obliga a reflexionar profundamente sobre la esencia misma de nuestra profesión.

Los avances recientes en el desarrollo de grandes modelos de lenguaje y sistemas de procesamiento multimodal están demostrando capacidades que, hasta hace poco, considerábamos exclusivamente humanas. Como señala Geoffrey Hinton, uno de los pioneros en el campo de la inteligencia artificial, estos sistemas no son meras herramientas de autocompletado, sino entidades capaces de comprender y procesar información de manera similar a como lo hacemos los humanos, aunque a una escala potencialmente mayor.

¿Qué significa esto para la enfermería? En primer lugar, debemos reconocer que estamos ante el surgimiento de asistentes digitales que superarán nuestras capacidades en múltiples aspectos del cuidado. Estos sistemas podrán procesar simultáneamente miles de historiales clínicos, detectar patrones sutiles en los signos vitales, y proponer intervenciones basadas en la evidencia más actualizada. Sin embargo, esto no significa el fin de la enfermería como la conocemos, sino su evolución hacia un modelo de cuidado híbrido más sofisticado.

La verdadera fortaleza residirá en nuestra capacidad para integrar la precisión y eficiencia de la inteligencia digital con la empatía y el juicio contextual que caracteriza a la enfermería humana. Mientras que los sistemas de IA podrán realizar diagnósticos precisos y sugerir tratamientos óptimos, el personal de enfermería aportará ese elemento irremplazable de conexión humana, comprensión cultural y adaptabilidad emocional que ningún algoritmo puede replicar completamente.

No obstante, este futuro también presenta desafíos significativos. Como profesionales de la salud, debemos mantenernos vigilantes ante las preocupaciones éticas que surgen con el uso de sistemas superinteligentes en el cuidado de la salud. La privacidad de los datos, la autonomía del paciente y la equidad en el acceso a estas tecnologías son aspectos que requerirán nuestra atención constante.

La formación en enfermería deberá evolucionar para incluir no solo el dominio de estas nuevas herramientas tecnológicas, sino también el desarrollo de habilidades críticas para trabajar junto a ellas. Necesitaremos enfermeras y enfermeros que puedan interpretar, cuestionar y complementar las recomendaciones de los sistemas de IA, manteniendo siempre como prioridad el bienestar integral del paciente.

El futuro que se avecina no es uno de reemplazo, sino de potenciación. La inteligencia digital nos permitirá liberarnos de tareas rutinarias y análisis complejos, permitiéndonos focalizarnos en los aspectos más humanos del cuidado. La curiosidad científica, que como menciona Hinton es una ventaja evolutiva fundamental, seguirá siendo crucial en nuestra profesión, impulsándonos a buscar continuamente mejores formas de proporcionar cuidados.

Mientras avanzamos hacia esta nueva era, debemos mantener un equilibrio entre el entusiasmo por las nuevas posibilidades y la prudencia necesaria para asegurar una implementación ética y segura. La enfermería del futuro será una disciplina que combine lo mejor de ambos mundos: la precisión y eficiencia de la inteligencia digital con la calidez y comprensión del cuidado humano.

El camino que tenemos por delante es tan desafiante como emocionante. Como profesionales de la enfermería, tenemos la responsabilidad y el privilegio de dar forma a esta transformación, asegurando que la tecnología sirva para mejorar, no para reemplazar, la esencia humanista de nuestra profesión. El futuro de la enfermería no solo será más inteligente, sino también más humano.

Federico Juárez
Miembro del comité científico y máster en Inteligencia Artificial.

The future of nursing in the age of “digital intelligence”

On the threshold of a new era in healthcare, we are facing an unprecedented transformation in nursing. The emergence of increasingly sophisticated artificial intelligence systems is not only redefining our diagnostic and therapeutic capabilities, but is also forcing us to reflect deeply on the very essence of our profession.

Recent advances in the development of large language models and multimodal processing systems are showing capabilities that until recently we believed were exclusively human. As Geoffrey Hinton, one of the pioneers in the field of artificial intelligence, points out, these systems are not mere auto-completion tools, but entities capable of understanding and processing information in a similar way to humans, albeit on a potentially larger scale.

What does all this mean for nursing? First of all, we have to admit that we are facing the emergence of digital assistants that will surpass our capabilities in multiple aspects of care. These systems will be able to simultaneously process thousands of medical records, detect subtle patterns in vital signs, and propose interventions based on the most up-to-date evidence. However, this does not mean the end of nursing as we know it, but rather its evolution into a more sophisticated hybrid model of care.

Our real strength will lie in our ability to integrate the precision and efficiency of digital intelligence with the empathy and contextual judgement that characterises human nursing. While AI systems will be able to make accurate diagnoses and suggest optimal treatments, nurses will contribute that irreplaceable element of human connection, cultural understanding and emotional adaptability that no algorithm can fully replicate.

However, this future also presents significant challenges. As healthcare professionals, we have to remain vigilant to the ethical concerns that arise with the use of superintelligent systems in healthcare. Data privacy, patient autonomy and equity of access to these technologies will require our constant attention.

Nursing education will need to evolve to include not only the mastery of these new technological tools, but also the development of critical skills to work with them. We will need nurses who can interpret, question and complement the recommendations of AI systems, while keeping the holistic wellbeing of the patient at the forefront of everything.

The future ahead is not one of replacement, but of empowerment. Digital intelligence will free us from routine tasks and complex analysis, allowing us to focus on the more human aspects of care. Scientific curiosity, which as Hinton says is a fundamental evolutionary advantage, will continue to be crucial in our profession, driving us to continually seek better ways of providing care.

As we move into this new era, we have to maintain a balance between enthusiasm for new possibilities and the prudence necessary to ensure safe and ethical implementation. Nursing in the future will be a discipline that combines the best of both worlds: the precision and efficiency of digital intelligence with the warmth and understanding of human care.

The road ahead is as challenging as it is exciting. As nurses, we have the responsibility and privilege to shape this transformation, ensuring that technology serves to enhance, not replace, the human essence of our profession. The future of nursing will not only be smarter, but also more humane.

Federico Juárez
Member of the Scientific Committee and Master in Artificial Intelligence

Normas de publicación

Archivo Word®, fuente Times New Roman, cuerpo 12, Interlineado 1,5. Márgenes laterales, superior e inferior de 2,5. **Máximo 4000 palabras** (no incluida la bibliografía, tablas y figuras). Las abreviaturas se definirán cuando se mencionen por primera vez.

La primera página deberá contener el título del trabajo, tanto en castellano como en inglés (no superando las 16 palabras), a continuación, el nombre y apellidos de los autores, con el grado académico, la filiación institucional y el ORCID. Al final deberá constar el autor de correspondencia con su dirección postal, correo electrónico, teléfono y ORCID.

También se incluirá un listado de las iniciales (nombre y apellidos) de los autores con los apartados en los que ha colaborado en el artículo.

Se explicitará si existe alguna financiación en la realización de la investigación, y si existe conflicto de interés con persona, empresa o institución.

La segunda página deberá incluir un **resumen estructurado**, en castellano e inglés, con un límite aproximado de **250 palabras para cada idioma** y entre tres y cinco palabras clave que deberán estar normalizadas según Medical Subject Heading (MeSH) o Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS).

La bibliografía deberá aparecer acotada a lo largo del manuscrito como super índice (de forma consecutiva y con numeración arábiga entre paréntesis). Aparecerá en el apartado de bibliografía según las normas Vancouver.

El manuscrito deberá ir acompañado de una carta en la que figure que:

- El manuscrito se adapta a las normas de publicación de la revista.
- Los autores declaran no tener conflicto de interés con persona, empresa o institución.
- Los autores han participado en la redacción del manuscrito y aprueba la versión final del mismo.
- Que el manuscrito no ha sido presentado simultáneamente a otras revistas.
- Que el manuscrito no se ha presentado a ninguna Jornada ni Congreso. En caso contrario, se explicitará en el manuscrito.
- Si se ha pedido permiso para reproducir imágenes o figuras de otros autores o publicaciones.
- Que se cede a la revista la propiedad intelectual de la investigación, al igual que el derecho a la reproducción de datos y/o imágenes.

Tipos de artículos

Originales y revisiones

Investigaciones con metodología cuantitativa, cualitativa o mixta, que tengan relación con la Enfermería, en especial ensayos clínicos aleatorizados (ECA), cuasiexperimentales (pre-post) y analíticos (casos-control y cohortes), revisiones sistemáticas de alto nivel y metaanálisis.

Apartados recomendados:

- Resumen. Máximo 250 palabras. Estructura: introducción y objetivos, material y métodos, resultados y conclusiones más importantes.
- A continuación, entre 3 y 5 palabras claves (obligatoriamente deberán de ser Mesh/Desh).

- Introducción (marco teórico conceptual y contextual). Antecedentes, contextualización (estado actual del fenómeno a estudio). Justificación, aplicabilidad y objetivos de la investigación.
- Material y métodos. Diseño del estudio, población (N), muestra (n), variables, proceso de recogida de datos, estadísticos, plan de análisis. Consideraciones éticas si procede. Conflictos de interés.
- Resultados. Descriptivos de las variables (sociodemográficas y dependientes), presentación de la información relacionada con los objetivos del estudio. Tablas y gráficos correspondientes según las variables, acotadas en el texto por orden de aparición.
- Discusión. Se discutirán los resultados comparándolos con otras investigaciones relevantes (diferencias y similitudes), sin repetir datos expuestos en el apartado de resultados. Limitaciones del estudio. Generalización de los hallazgos. Aplicabilidad. Posibles líneas de investigación.
- Conclusiones. Verificación del cumplimiento de los objetivos.
- Bibliografía. Normas de Vancouver. Máximo 50 referencias bibliográficas.

Envío de manuscritos

Archivos para incluir, según el siguiente orden:

- Carta de presentación.
- Archivo 2:
 - Título en castellano e inglés.
 - Nombre y apellidos de los autores.
 - Filiación institucional.
 - Nombre, correo electrónico, teléfono y dirección postal del autor de correspondencia.
 - Financiación.
 - Conflicto de interés.
 - Recuento de palabras del resumen y del manuscrito.
- Manuscrito sin información de los autores (anonimizado).
- Tablas y gráficas, con su pie correspondiente

Proceso editorial

- El Comité Editorial evaluará la idoneidad de la investigación recibida.
- Una vez superada esta selección, la investigación será sometida a una evaluación “doble ciego” (los autores no conocerán la identidad de sus revisores), y por pares (peer review), dos evaluadores externos (miembros del Comité Científico).
- Una vez aceptado el manuscrito, los editores podrán realizar cambios de estilo y modificaciones de cara a facilitar la claridad del manuscrito.
- Los manuscritos aceptados quedarán en poder de la revista, no pudiéndose reproducir sin el permiso pertinente.

Publication standards

File Word ®, Times New Roman font, size 12, Line spacing 1.5. Side, top and bottom margins of 2.5. **Maximum 4000 words** (not including bibliography, tables and figures). The abbreviations are they will define when they are mentioned for the first time.

The The first page must contain the title of the work, both in Spanish and English (not exceeding 16 words), to Then, the names and surnames of the authors, with the degree academic, institutional affiliation and ORCID. In the end you will record the correspondence author with his postal address, mail email, telephone and ORCID.

Also A list of the initials (name and surname) of the authors with the sections in which they have collaborated in the article.

It It will specify if there is any financing in the realization of the investigation, and if there is a conflict of interest with a person, company or institution.

The The second page should include a **structured abstract**, in Spanish and English, with an approximate limit of **250 words for each language** y between three and five keywords that must be normalized according to Medical Subject Heading (MeSH) or Descriptors in Health Sciences Health (MeCS).

The bibliography should appear delimited throughout the manuscript as super index (consecutively and with Arabic numerals between parenthesis). It will appear in the bibliography section according to the Vancouver standards.

The manuscript must be accompanied by a letter stating that:

- The The manuscript conforms to the publication standards of the journal.
- The The authors declare that they have no conflict of interest with the person, company or institution.
- The authors have participated in the drafting of the manuscript and approves the final version of it.
- What the manuscript has not been simultaneously submitted to other magazines.
- What the manuscript has not been presented to any Conference or Congress. In otherwise, it will be made explicit in the manuscript.
- Yes permission has been requested to reproduce images or figures of others authors or publications.
- What the intellectual property of the research is ceded to the journal, as well as the right to reproduce data and/or images.

Types of articles

Originals and reviews

Investigations with quantitative, qualitative or mixed methodology, which have relationship with Nursing, especially clinical trials randomized (RCT), quasi-experimental (pre-post) and analytical (case-control and cohorts), high-level systematic reviews, and meta-analysis.

Sections recommended:

- Summary. Maximum 250 words. Structure: introduction and objectives, material and methods, results and most important conclusions.
- A Then, between 3 and 5 keywords (mandatorily they must to be Mesh/Desh).
- Introduction (conceptual and contextual theoretical framework). Background, contextualization (current state of the phenomenon under study). Justification, applicability and objectives of the investigation.

- Materials and methods. Study design, population (N), sample (n), variables, data collection process, statistics, plan of analysis. Ethical considerations if applicable. conflicts of interest.
- Results. Descriptive variables (sociodemographic and dependent), presentation of information related to the objectives of the study. Tables and corresponding graphs according to the variables, delimited in the text in order of appearance.
- Discussion. The results will be discussed comparing them with other relevant investigations (differences and similarities), without repeating data presented in the results section. limitations of study. Generalization of the findings. Applicability. possible lines of research.
- Conclusions. Verification of compliance with the objectives.
- Bibliography. Vancouver Standards. Maximum 50 bibliographical references.

Shipping of manuscripts

Files to include, in the following order:

- Letter presentation.
- File 2:
 - Title in Spanish and English.
 - Name and last names of the authors.
 - Affiliation institutional.
 - Name, email, telephone and postal address of the author of correspondence.
 - Financing.
 - Conflict of interest.
 - Count of words in the abstract and in the manuscript.
- Manuscript without information from the authors (anonymized).
- Tables and graphics, with its corresponding footer.

Editorial process

- The Editorial Committee will evaluate the suitability of the research received.
- Once this selection is passed, the research will be submitted to a “double blind” evaluation (the authors will not know the identity of their reviewers), and by peer review, two external evaluators (members of the Scientific Committee).
- Once the manuscript is accepted, the editors may make style changes and modifications in order to facilitate the clarity of the manuscript.
- The accepted manuscripts will remain in the possession of the journal, and cannot be reproduced without the pertinent permission.

Uso de dispositivos portátiles con inteligencia artificial para el cuidado de personas mayores: Revisión sistemática exploratoria

Andrea Pastor Zorita, estudiante de doctorado. Universidad de Murcia, España.

<https://orcid.org/0009-0002-0798-4658>

Ramiro Manzano Nuñez, Doctor en Medicina. Instituto de Investigación del Hospital del Mar, Barcelona.

<https://orcid.org/0000-0001-7444-9634>

Enrique Pastor Seller, Profesor Doctor. Universidad de Murcia.

<https://orcid.org/0000-0001-8693-5138>

Marcos Alonso Bote, Profesor Doctor. Universidad de Murcia.

<https://orcid.org/0000-0002-9178-3105>

Autor correspondiente, Andrea Pastor Zorita. Escuela Internacional de Doctorado Universidad de Murcia. Campus Espinardo. 03100 Murcia, España. a.pastorzorita@um.es

Recibido el: 21 de octubre de 2023

Aceptado el: 01 de diciembre de 2023

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Todos los autores colaboraron en este artículo.

Todos los autores han leído y aprobado la versión publicada del manuscrito.

PALABRAS CLAVE: Personas de edad avanzada, inteligencia artificial, dispositivos portátiles.

RESUMEN

Introducción: los dispositivos portátiles como los relojes inteligentes ya recogen y monitorizan nuestros datos sobre actividad física, tiempo de sueño e incluso signos vitales. Uno de los grupos donde esta monitorización puede ser más útil es en las personas de edad avanzada debido, en primer lugar, a su creciente peso en la población y, en segundo lugar, a su gran fragilidad y vulnerabilidad.

Objetivo: el objetivo de esta revisión es conocer el campo de aplicación en la literatura científica con relación al uso e impacto de dispositivos portátiles mediante la inteligencia artificial en el cuidado de personas de edad avanzada.

Métodos: se condujo una revisión sistemática exploratoria en PubMed, que incluía artículos en inglés publicados entre 2017 y 2023 que seguían las pautas del Joanna Briggs Institute (JBI) y la lista de control Prisma ScR. Se llevó a cabo una síntesis narrativa de los artículos incluidos.

Resultados: se encontró un total de 141 artículos que abordaban el tema de investigación, de los cuales 25 cumplían con los criterios de inclusión. Los países con mayor número de publicaciones son Estados Unidos (n=6), seguido por Corea y España (n=4 cada uno). El síndrome geriátrico más investigado fueron las caídas (72%). Ninguna de las publicaciones consideró las implicaciones éticas de usar estos dispositivos. Solo se elaboraron dos artículos por el personal de enfermería. 13 ensayos clínicos documentaron impactos positivos elevados, 10 estudios documentaron impactos positivos menores.

Conclusiones: la mayoría de los estudios demuestran la efectividad de esta tecnología para la supervisión y su utilidad en el cuidado de personas de edad avanzada. La prevención y detección de caídas son las áreas más investigadas; es necesario un análisis ético más extenso del impacto de estos dispositivos y una implicación de la enfermería en la investigación.

INTRODUCCIÓN

Los dispositivos portátiles como los relojes inteligentes o los sensores corporales se están centrando cada vez más en la monitorización de nuestros signos vitales, tiempo de sueño y el seguimiento de nuestra actividad para ofrecernos consejos sobre nuestra salud. Algunos de ellos son incluso capaces de medir los niveles de glucosa a través de un pequeño sensor aplicado en la parte posterior de la zona superior del brazo. Se prevé que este tipo de tecnologías se extienda alrededor del mundo durante los próximos años con medidas que sean cada vez más sofisticadas, variadas y precisas. Además de recoger datos, muchas de ellas analizan los datos mediante algún tipo de inteligencia artificial para dar alertas o recomendaciones que mejoran nuestra salud. Las personas de edad avanzada están menos acostumbradas a usar estos dispositivos, seguramente debido a razones culturales como la división digital entre personas jóvenes y mayores [22], aunque considerando su fragilidad y vulnerabilidad, estas tecnologías serían más útiles al brindarles asistencia sanitaria. Asimismo, la cambiante pirámide demográfica, que se está estrechando en la base mucho más que antes, predice una situación donde aumentarán las necesidades de asistencia sanitaria a las personas de edad avanzada y habrá una disminución de jóvenes que la proporcionen. De acuerdo con las Perspectivas de la Población Mundial de la ONU [33], la población mayor de 65 años está creciendo más rápidamente que la población más joven. Esta proporción está creciendo a una velocidad superior, lo que significa que se prevé que el porcentaje de la población global de 65 años y más aumente de 10% en 2022 a 16% en 2050. Se calcula que para 2050, el número de individuos de 65 años y más alrededor del mundo será el doble del número de niños menores de 5 años y casi igual al número de niños menores de 12 años. Estos cambios demográficos tendrán consecuencias económicas en la tasa de crecimiento.

Tamaño de la población anual y tasa de crecimiento anual: estimaciones, 1950-2022 y escenario medio con intervalos de predicción del 95 por ciento, 2022-2050.

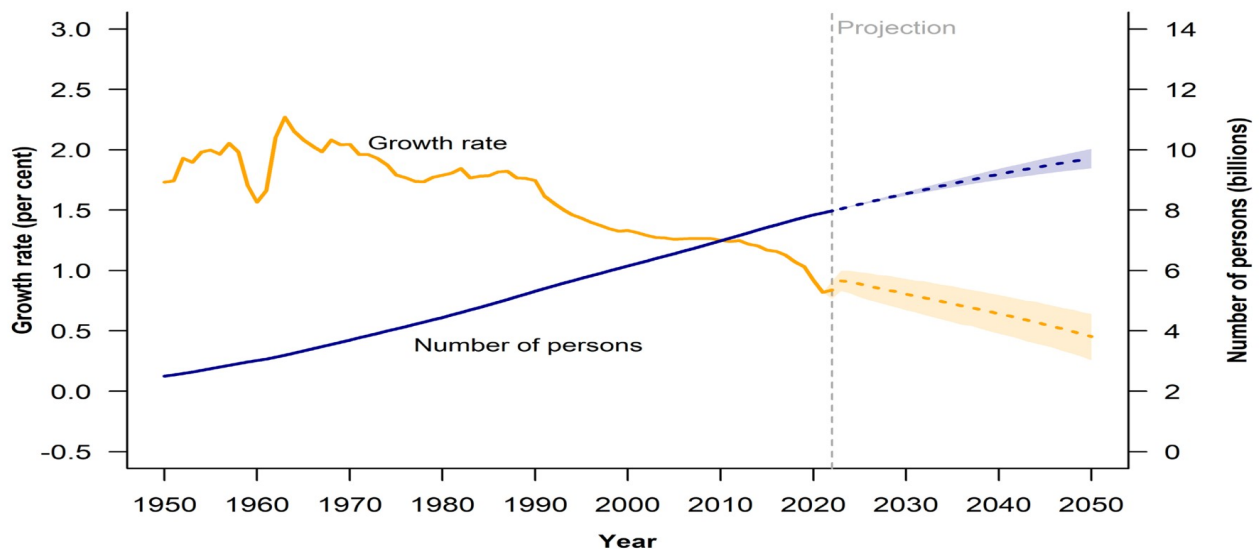


Figura 1: Perspectivas de la Población Mundial 2022, ONU. [33]

La combinación de estos dos factores; menos personas jóvenes que cuiden de las personas mayores, además de la disminución en recursos económicos disponibles para la sanidad y la asistencia social proponen un escenario en la que el uso de la tecnología puede garantizar los niveles mínimos de calidad en el cuidado de personas de edad avanzada pese a la escasez de recursos humanos y

económicos. Como Wei-Hsun y Wen-shin han destacado, «el desarrollo del sistema inteligente portátil de medición e integración de señales fisiológicas representa una solución prometedora para la industria sanitaria. Al integrar múltiples tecnologías de medición de signos fisiológicos en un solo dispositivo portátil y combinarlo con transmisión inalámbrica y servicios basados en la localización, este sistema ofrece una solución de monitorización completa y en tiempo real para pacientes y personas de edad avanzada.» [32] Con ese fin, se estima que para 2025, la IA podría crear ahorros potenciales en sanidad de 150 mil millones dólares [20].

Si nos encargamos del cuidado de las personas de edad avanzada, debemos analizar la participación de la enfermería en este campo de conocimiento. Se ha llevado a cabo un recuento del personal de enfermería involucrado en este estudio para saber el alcance del conocimiento en este tema. Mientras la era digital avanza, la profesión de enfermería -y en particular, el personal de gerontología-, deberían trabajar con la IA para determinar si puede ser un apoyo para la salud y bienestar de las personas mayores. (O'Connor, S. 2022) [24].

Para analizar investigaciones anteriores en este ámbito, se llevó a cabo una búsqueda preliminar de MEDLINE, la Base de Datos Cochrane de Revisiones Sistemáticas y el JBI Evidence Synthesis, en diciembre de 2023 y no se identificó ninguna revisión sistemática o revisión sistemática exploratoria actual o en curso sobre el mismo tema. Sin embargo, el 23 de enero, Bingxin Mal et al. publicaron «Artificial intelligence in elderly healthcare: A scoping review» [19], con solo dos leves menciones a los dispositivos portátiles, pero no como objetivo de estudio. También en febrero de 2024, durante la elaboración de esta revisión sistemática exploratoria, un protocolo de revisiones exploratorias sobre la «Wearable technology use in long-term care facilities» (Tecnología portátil utilizada en un centro de cuidados de larga duración) se publicó en JBI Evidence Synthesis. Pese a la semejanza de temas, debemos tener en cuenta que el último estudio no está terminado. Por otro lado, no trata el tema de la inteligencia artificial como el nuestro. Además, el alcance está limitado a personas de avanzada edad que viven en centros de asistencia prolongada, mientras que el alcance de nuestro estudio se amplía a todas las personas mayores, independientemente de dónde vivan. Es por esto por lo que entendemos que las diferencias entre ambos estudios y el nuestro son significativas. No obstante, hemos considerado las contribuciones interesantes que estos artículos presentaban para beneficiarnos de las sinergias que se pudieran generar por ese estudio.

El objetivo principal de esta revisión sistemática exploratoria era saber el alcance de la investigación sobre el uso de dispositivos portátiles conectados a la inteligencia artificial entre las personas de edad avanzada para ilustrar la literatura de temas cambiantes o emergentes y para identificar lagunas, lo que establecería el marco para futuras investigaciones y experimentaciones en este campo.

MÉTODOS

Criterio de admisibilidad y estrategia de búsqueda

Participantes: esta revisión incluye publicaciones que involucran a personas mayores de 65 años que emplearon dispositivos portátiles con IA para monitorización o mejora de la salud. Los artículos se centraban en personas de 65 años o más, pero incluían a algunos participantes más jóvenes debido a razones éticas, como el uso de personas jóvenes para verificar sistemas de detección de caídas.

Concepto: se incluyeron estudios e informes que contenían pruebas relacionadas con el uso de los dispositivos portátiles con IA (inteligencia artificial) para monitorizar signos de salud, detectar de forma temprana situaciones adversas y prevenir a través de una respuesta temprana. Las pruebas incluían i) monitorización de signos vitales para análisis, ii) detección temprana de situaciones adversas como

periodos extensos en el suelo, iii) prevención de situaciones adversas como los sistemas de detección de caídas y los análisis del andar para prevención de caídas.

Contexto: también se consideraron estudios publicados en inglés de todo tipo de ubicaciones geográficas, incluidos estudios internacionales dentro de varias coyunturas de atención geriátrica (ej.: centros de asistencia prolongada, residencias, hospitales, etc.) y entornos comunitarios.

Tipos de fuentes: esta revisión consideró tanto diseños de estudio experimentales como cuasi experimentales, incluidos ensayos controlados aleatorizados, ensayos no aleatorizados, estudios de antes y después y estudios de series temporales interrumpidas. Predominaron los ensayos clínicos. Los estudios analíticos de observación (cohorte prospectivas y retrospectivas, caso-control, estudios transversales) y estudios descriptivos de observación (series de caso, informes de caso individual) también se incluyeron.

Estrategia de búsqueda: la estrategia de búsqueda pretendía localizar tanto los estudios publicados como los no publicados. Se condujo una búsqueda inicial limitada en MEDLINE vía PubMed para identificar artículos sobre el tema. Se usaron las palabras clave en los títulos y resúmenes de artículos relevantes y términos del índice para desarrollar una estrategia de búsqueda completa. La búsqueda final se llevó a cabo solo en PubMed y se examinaron las listas de referencia de artículos incluidos en busca de estudios adicionales. Se incluyeron estudios publicados en inglés desde enero de 2017 hasta diciembre de 2023 para describir la tendencia de publicación. Solo se incluirán estudios publicados en inglés pese a que algunos de ellos también estaban publicados en otros idiomas.

Selección de fuentes de pruebas: tras la búsqueda, se recogieron todas las referencias identificadas. Se identificó un total de 141 referencias a través de PubMed, con 2 registros adicionales mediante otros métodos. No se encontraron duplicados. Se evaluaron los títulos y resúmenes de 141 registros, de los cuales se excluyeron 60. Se valoraron los cuerpos completos de 81 registros para su elegibilidad, de los cuales se excluyeron 56 al no centrarse en la población meta (n=81), no centrarse en la investigación sanitaria o un concepto ilegible (n=33) y ser un tipo de publicación incorrecta. Se incluyó un total de 25 estudios/informes para la extracción de datos. [2, 4-8, 10-18, 28-32, 34-38].

Dos o más revisores examinaron de forma independiente los títulos y resúmenes según los criterios de inclusión. Se recuperaron fuentes potencialmente relevantes del texto completo e importadas al JBI SUMARI. Dos o más revisores independientes evaluaron detalladamente el texto completo de las citas seleccionadas según los criterios de inclusión. Se registraron las razones de exclusión, incluidas en el índice. Se resolvieron los desacuerdos mediante debates o con revisores adicionales. Los resultados de la búsqueda y el proceso de inclusión de estudios se han añadido en la revisión sistemática exploratoria final y se han presentado en un organigrama de la extensión de la revisión sistemática exploratoria de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses* (PRISMA-ScR). [27]

Organigrama PRISMA 2020 para nuevas revisiones sistemáticas que solo incluía búsquedas de bases de datos y registros

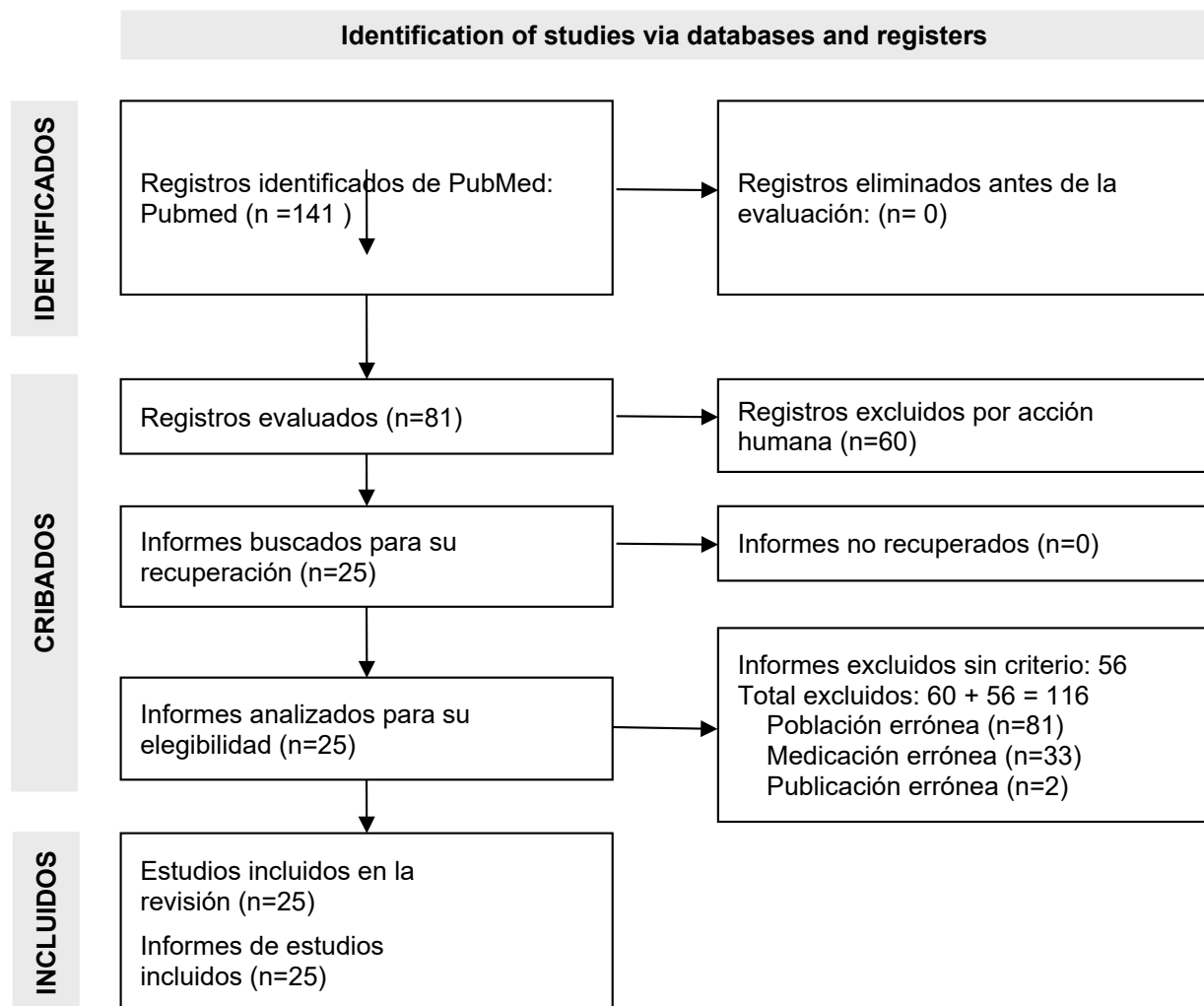


Figura 2: Diagrama de flujo de la búsqueda

De: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372.n71 doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

* Si es posible, considere la posibilidad de notificar el número de registros identificados en cada base de datos o registro consultado (en lugar del número total de todas las bases de datos/registros).

** Si se han empleado herramientas de automatización, indique cuántos registros fueron excluidos por acción humana y cuántos fueron excluidos por herramientas de automatización.

Selección y extracción de datos

Dos o más revisores independientes extrajeron los datos mediante una herramienta de extracción de datos desarrollada por los revisores. Los datos extraídos incluían detalles de población (ej.: número de participantes, género, datos de reclutamiento, edad media), aspectos de publicación relevantes (ej.: año, país, autores de enfermería), ubicación del dispositivo portátil, tipo de algoritmo de IA (inteligencia artificial) usado, síndromes geriátricos investigados y descubrimientos clave.

La tabla de Excel de extracción de datos está disponible para uso público en el repositorio Digitum de la Universidad de Murcia: <http://hdl.handle.net/10201/142384>. También se proporciona un borrador de formulario de extracción (véase Apéndice 1).

Análisis de datos y presentación de resultados:

Dos o más revisores independientes extrajeron los datos a partir de estudios incluidos en la revisión sistemática exploratoria usando una herramienta de extracción de datos desarrollada por los revisores. Los datos extraídos incluían detalles específicos sobre la población (ej.: número de participantes, género, datos de reclutamiento, edad media), algunos aspectos relevantes de publicaciones (ej.: año, país, autores de enfermería), la ubicación de los dispositivos portátiles, el tipo de algoritmo de IA usado, los síndromes geriátricos investigados y descubrimientos clave para la cuestión de revisión.

Se modificó y revisó la herramienta de extracción de datos según fuera necesario durante el proceso de extracción de datos de cada fuente incluida. Se resolverá cualquier desacuerdo que se dé entre los revisores mediante debate o con revisores adicionales. En caso de ser apropiado, se podrá contactar con los autores de los estudios para pedir información adicional o que falte donde sea necesario.

Se presentaron importantes hallazgos usando el análisis de contenido cualitativo descriptivo, organizado con base en las cuestiones de revisión. Los hallazgos más importantes se clasificaron y se comunicaron en i) Síndromes geriátricos investigados, ii) Tipo de IA usada, iii) Efectividad de dispositivo portátil (sensibilidad, especificidad o precisión superior al 90%).

Cuestiones de investigación

Las cuestiones de investigación que guían esta revisión son:

1. ¿Qué se ha descrito sobre el uso de dispositivos portátiles con IA para los cuidados de salud en personas de edad avanzada?
2. Más específicamente:
¿Qué sensores o dispositivos con IA se han propuesto para mejorar la salud geriátrica?

RESULTADOS

Países de publicación:

Como podemos observar en la figura 3, los países con mayor número de publicaciones son Estados Unidos (n=6), seguido por Corea y España (n=4 cada uno). Tras ellos se encuentra China, con 3, Taiwán, con 2, y otros países con solo una publicación. Con respecto al eje norte/sur, todos los artículos se han publicado en el hemisferio norte, mientras que en relación con el eje este/oeste, la distribución está más equilibrada.

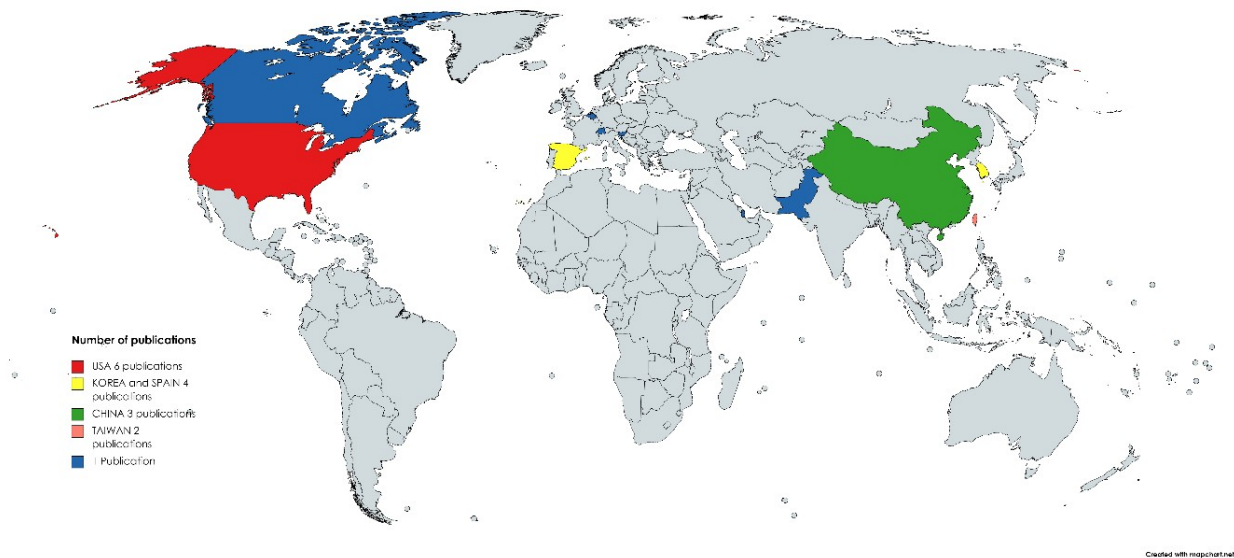


Figura 3: Países de publicación

Años de publicación:

El número de publicaciones está creciendo, con un pico en 2021 y 2022. El descenso en 2023 puede deberse al hecho de que las publicaciones tardías en 2023 estaban fuera del alcance de la revisión. Debemos prestar atención a las futuras revisiones para confirmar este cambio.

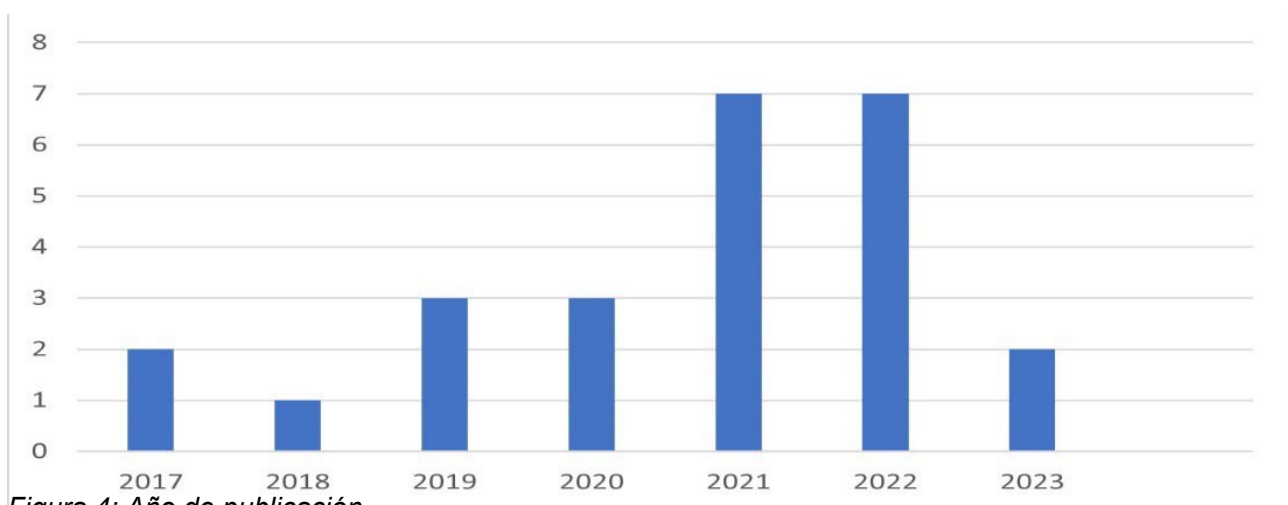


Figura 4: Año de publicación

Síndromes geriátricos estudiados:

Las caídas fueron el síndrome más investigado (72%), seguidas del deterioro cognitivo (16%) y otros síndromes (12%). Podemos encontrar la razón de que las caídas tengan más peso en relación con otros síndromes geriátricos en el impacto económico, social y de bienestar en las personas de edad avanzada. Las caídas son una de las causas principales de lesión y muertes por lesión entre la población mayor. Aproximadamente el 30% de los adultos mayores de 65 años sufre una caída cada año, de los cuales es probable que el 50% sufra más de una caída. Las consecuencias de las caídas son devastadoras y resultan en lesiones, niveles de actividad reducidos, disminución en la calidad de vida, mayor miedo a caerse y, en última instancia, la muerte. En 2014, se trataron 2,8 millones de lesiones por caídas no mortales en departamentos de emergencia y aproximadamente 800.000 de estos pacientes fueron posteriormente hospitalizados en los Estados Unidos. Los costes de asistencia por lesiones, por caída y defunciones en 2015 fueron de aproximadamente 50 mil millones de dólares al año solo en Estados Unidos [16].

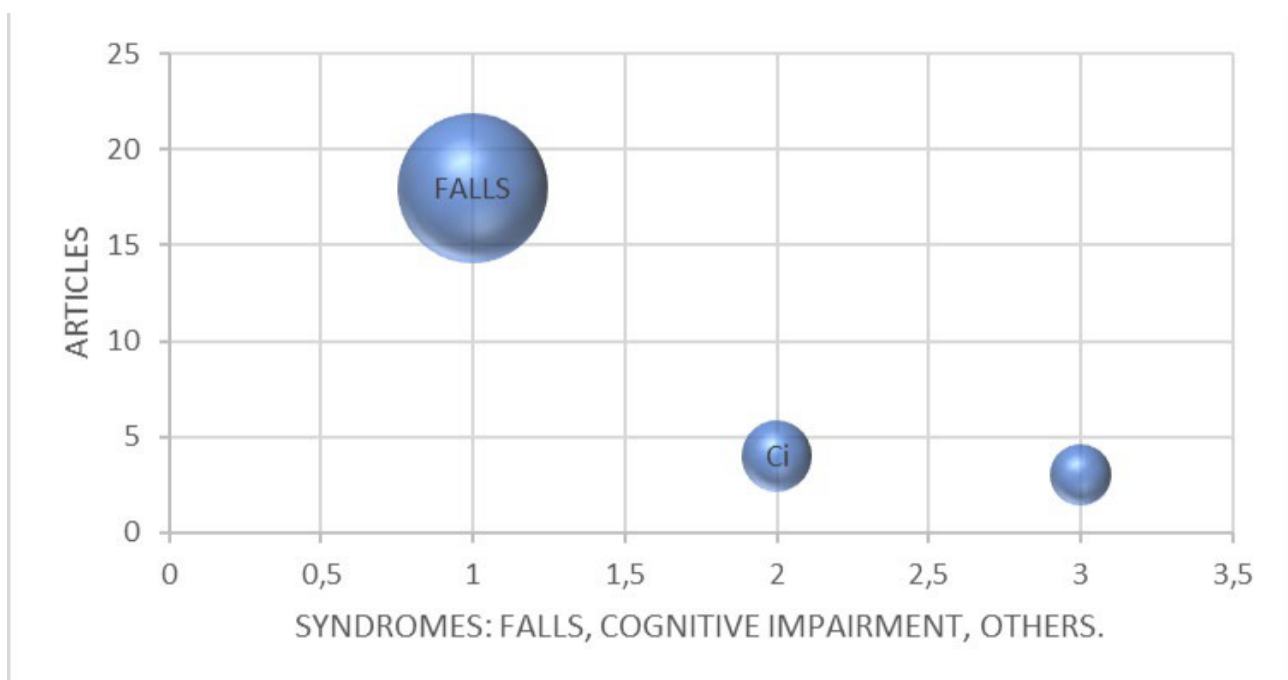


Figura 5: Síndromes investigados.

Hemos establecido la hipótesis de que la creciente investigación en sistemas de detección de caídas para robots podría generar sinergias entre ambos campos de conocimiento y los hallazgos en robótica podrían aplicarse a las personas de edad avanzada. Sin embargo, esta declaración es solo una hipótesis que debería confirmarse en futuras investigaciones.

Este predominio de la investigación en caídas hace emerger una gran laguna en la investigación en otros síndromes geriátricos cuyas consecuencias son similares, como la incontinencia, el deterioro cognitivo o la depresión.

Algoritmos utilizados:

Se usó una variedad de algoritmos en la experimentación, probablemente debido a la competición entre compañías para desarrollar la tecnología más precisa. Los algoritmos específicos más utilizados fueron las redes neuronales recurrentes y las variantes de memoria de corto plazo, seguidas de las redes neuronales convolucionales, sin embargo, el conjunto de «otros» es el predominante.

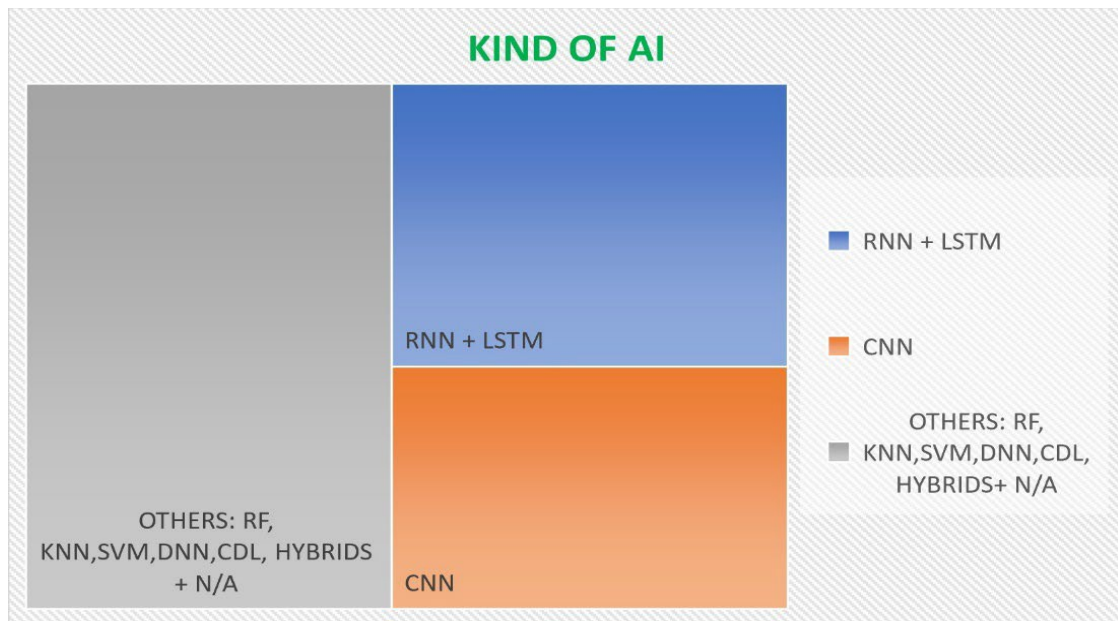


Figura 6: Tipo de algoritmo de IA usado

Eficacia del dispositivo:

Buscamos en los resultados qué hallazgos en cuanto a exactitud y precisión de los dispositivos se obtuvieron para medir su utilidad. Como podemos observar, la efectividad de estas tecnologías es muy alta considerando que hay muchos estudios que obtuvieron una efectividad de entre 50% y 80% en el grupo de impacto bajo. No obstante, una precisión superior al 90% es deseable al afrontar problemas que pueden afectar a la salud de las personas de edad avanzada.

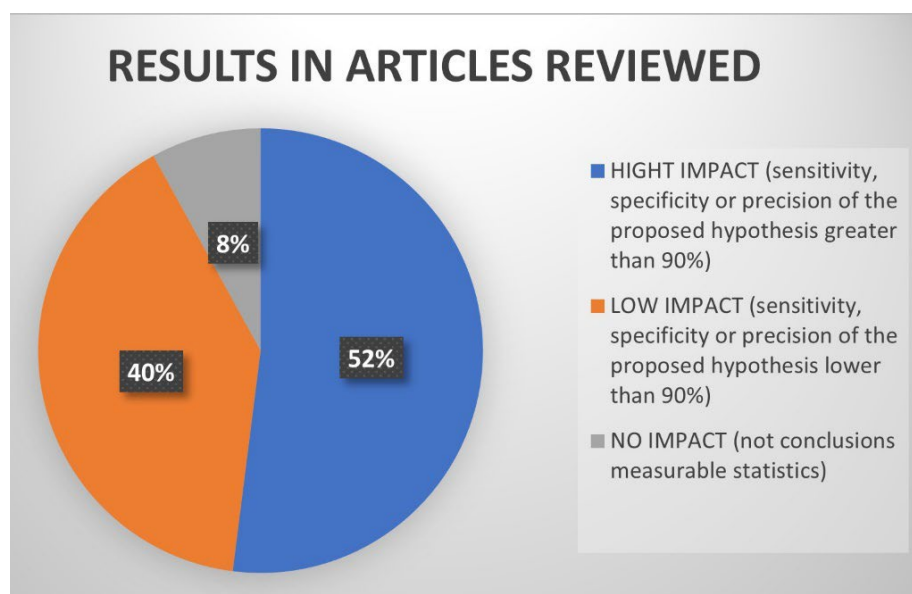


Figura 7: Impacto de los dispositivos.

Participación de personal de enfermería y sus implicaciones:

Solo 2 de los 25 artículos incluían personal de enfermería entre sus autores, lo que indica una presencia minoritaria en este campo de investigación pese a que estas tecnologías pueden aliviar al personal de tareas administrativas, de monitorización y de registro. Esto permitiría mayor concentración de sus esfuerzos en el núcleo del cuidado profesional. Un paso necesario hacia los beneficios más amplios de las tecnologías basadas en IA para la enfermería es la identificación de los dominios en los que presentan un valor agregado real para esta profesión, y la participación en la investigación de enfermería puede ayudar a alcanzar este objetivo.

Análisis ético:

Ninguno de los artículos seleccionados analizaba el impacto ético de estos dispositivos en las vidas de las personas mayores, un aspecto crucial dadas las preocupaciones en cuanto a la privacidad y la gestión de datos.

DISCUSIÓN

El importante papel de la IA en el cuidado a las personas de edad avanzada es cada vez más evidente. Los avances tecnológicos en el cuidado doméstico e institucional proporcionan sistemas de monitorización remota, lo que mejora la eficiencia y la precisión de los cuidados. Los sensores portátiles, las cámaras inteligentes y los asistentes virtuales se están integrando en los hogares y espacios sanitarios para crear un entorno más seguro y adaptable capaz de detectar situaciones de riesgo como caídas o cambios súbitos de comportamiento.

El impacto ético de esta tecnología en personas mayores es un área crítica de debate. Dada su vulnerabilidad, existe un riesgo al priorizar la efectividad del algoritmo en detrimento de la privacidad y la dignidad. Esta revisión señaló la necesidad de consideraciones éticas, puesto que ninguno de los estudios revisados trataba este tema de forma completa. Las preocupaciones sobre autonomía crecen cuando las personas mayores dependen en gran medida de los sistemas de IA, algo que genera dudas sobre la toma de decisiones y la pérdida potencial de conexión humana. Es crucial el desarrollo de pautas y regulaciones para asegurar un uso de la tecnología responsable y ético.

El énfasis de la investigación en la detección de caídas señala una laguna sustancial al estudiar otros síndromes geriátricos significativos como la incontinencia, el deterioro cognitivo y la depresión. Es necesario un enfoque holístico que trate varios aspectos de la salud.

Es notoria la escasez de investigación interdisciplinaria, en especial en lo que concierne a profesionales de enfermería. Solo dos de los artículos revisados incluyen personal de enfermería como autores, lo que subraya la necesidad de una perspectiva centrada en la asistencia al desarrollar e implementar tecnologías portátiles con IA.

En definitiva, aunque los dispositivos portátiles con IA integrada demuestran gran potencial para la mejora en asistencia geriátrica, es imperativo abordar las lagunas de investigación en otros síndromes geriátricos, las implicaciones éticas y la participación interdisciplinaria para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos.

CONCLUSIONES

Esta revisión exploratoria reveló que los dispositivos portátiles con IA son una tecnología prometedora para las personas de edad avanzada. Los estudios revisados muestran una efectividad notoria en la monitorización de la salud y la detección de síndromes geriátricos, particularmente las caídas, que dominan la investigación con un 72% de publicaciones. Pese a la alta precisión, la investigación de otros síndromes significativos como el deterioro cognitivo, la depresión y la incontinencia es limitada.

Los ensayos clínicos son predominantes en la esfera de la investigación y muestran impactos positivos destacables en muchos casos. No obstante, las publicaciones interdisciplinarias, sobre todo aquellas que incluyen a profesionales de la enfermería, son escasas. Esto enfatiza la necesidad de una perspectiva de asistencia personal. Asimismo, ninguna de las publicaciones revisadas aborda las implicaciones éticas de usar estos dispositivos, lo que indica un área de mejora significativa en las investigaciones venideras.

En conclusión, pese a que la tecnología portátil con IA muestra gran potencial para la mejora de los cuidados a las personas de edad avanzada, tratar las lagunas de investigación en otros síndromes geriátricos, considerar las implicaciones éticas y acrecentar la participación interdisciplinaria son cruciales para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos de su implementación.

Agradecimientos

Agradecemos a la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Murcia (EIDUM) los recursos tecnológicos facilitados. Esta revisión forma parte del Programa de Doctorado en Envejecimiento y Fragilidad de la Universidad de Murcia, realizado por el primer autor, Andrea Pastor Zorita.

Financiación

No se recibió financiación para este trabajo.

Conflictos de interés

No hay conflictos de interés en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aromataris E, Munn Z (Editores). JBI Manual for Evidence Synthesis. JBI, 2020. Disponible en <https://synthesismanual.jbi.global> <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-01>
2. Arshad, M. Z., Jamsrandorj, A., Kim, J., y Mun, K. R. (2022). Gait Events Prediction Using Hybrid CNN-RNN-Based Deep Learning Models through a Single Waist-Worn Wearable Sensor. *Sensors*, 22(21). <https://doi.org/10.3390/s22218226>
3. Bassi E, Santomauro I, Basso I, Busca E, Maoret R, Dal Molin A. Wearable technology use in long-term care facilities for older adults: a scoping review protocol. *JBI Evid Synth*. 2024 Feb 1;22(2):325-334. doi: 10.11124/JBIES-23-00079. PMID: 37747430. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37747430/>
4. Buisseret, F., Catinus, L., Grenard, R., Jojczyk, L., Fievez, D., Barvaux, V., y Dierick, F. (2020). Timed up and go and six-minute walking tests with wearable inertial sensor: One step further for the prediction of the risk of fall in elderly nursing home people. *Sensors (Switzerland)*, 20(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/s20113207>
5. Garcia-Moreno, F. M., Bermudez-Edo, M., Rodríguez-García, E., Pérez-Mármol, J. M., Garrido, J. L., y Rodríguez-Fórtiz, M. J. (2022). A machine learning approach for semi-automatic assessment of IADL dependence in older adults with wearable sensors. *International Journal of Medical Informatics*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104625>
6. Greenwood-Hickman, M. A., Nakandala, S., Jankowska, M. M., Rosenberg, D. E., Tuz-Zahra, F., Bellettiere, J., Carlson, J., Hibbing, P. R., Zou, J., Lacroix, A. Z., Kumar, A., y Natarajan, L. (2021). The CNN Hip Accelerometer Posture (CHAP) Method for Classifying Sitting Patterns from Hip Accelerometers: A Validation Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53(11), 2445–2454. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002705>
7. Howcroft, J., Kofman, J., y Lemaire, E. D. (2017). Prospective Fall-Risk Prediction Models for Older Adults Based on Wearable Sensors. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 25(10), 1812–1820. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2017.2687100>
8. Hu, B., Dixon, P. C., Jacobs, J. v., Dennerlein, J. T., y Schiffman, J. M. (2018). Machine learning algorithms based on signals from a single wearable inertial sensor can detect surface- and age-related differences in walking. *Journal of Biomechanics*, 71, 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.01.005>
9. JBI SUMMARY. <https://sumari.jbi.global/>
10. Jung, H., Koo, B., Kim, J., Kim, T., Nam, Y., y Kim, Y. (2020). Enhanced algorithm for the detection of preimpact fall for wearable airbags. *Sensors (Switzerland)*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/s20051277>
11. Kim, H., Lee, S. H., Lee, S. E., Hong, S., Kang, H. J., y Kim, N. (2019). Depression prediction by using ecological momentary assessment, actiwatch data, and machine learning: Observational study on older adults living alone. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(10). <https://doi.org/10.2196/14149>
12. Kiprijanovska, I., Gjoreski, H., y Gams, M. (2020). Detection of gait abnormalities for fall risk assessment using wrist-worn inertial sensors and deep learning. *Sensors (Suiza)*, 20(18), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s20185373>

13. Lee, Y., Pokharel, S., Muslim, A. al, KC, D. B., Lee, K. H., y Yeo, W. H. (2023). Experimental Study: Deep Learning-Based Fall Monitoring among Older Adults with Skin-Wearable Electronics. *Sensors*, 23(8). <https://doi.org/10.3390/s23083983>
14. Lee, J.;; Jung, D. ;, Choi, H. ;, Mun, A. ;, Machine, J. H., Moon, J., Lee, D., Jung, H., Choi, A., y Hwan Mun, J. (2022). Gravity during Gait in Healthy Males. *Sensors*, 2022, 3499. <https://doi.org/10.3390/s22>
15. Liu, K. C., & Chan, C. T. (2017). Significant change spotting for periodic human motion segmentation of cleaning tasks using wearable sensors. *Sensors (Suiza)*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/s17010187>
16. Lockhart, T. E., Soangra, R., Yoon, H., Wu, T., Frames, C. W., Weaver, R., y Roberto, K. A. (2021). Prediction of fall risk among community-dwelling older adults using a wearable system. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00458-5>
17. Luna-Perejón, F., Muñoz-Saavedra, L., Civit-Masot, J., Civit, A., y Domínguez-Morales, M. (2021). Anfall—falls, falling risks and daily-life activities dataset with an ankle-placed accelerometer and training using recurrent neural networks. *Sensors*, 21(5), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s21051889>
18. Luna-Perejón, F., Domínguez-Morales, M. J., y Civit-Balcells, A. (2019). Wearable fall detector using recurrent neural networks. *Sensors (Suiza)*, 19(22). <https://doi.org/10.3390/s19224885>
19. Ma B, Yang J, Wong FKY, Wong AKC, Ma T, Meng J, Zhao Y, Wang Y, Lu Q. Artificial intelligence in elderly healthcare: A scoping review. *Ageing Res Rev.* Enero 23; 83:101808. doi: 10.1016/j.arr.2022.101808. Epub 2022 Nov 23. PMID: 36427766. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36427766/>
20. McGrow, Kathleen DNP, MS, RN, PMP. Artificial intelligence: Essentials for nursing. *Nursing* 49(9): p 46-49, September 2019. | <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31365455/> DOI: 10.1097/01.NURSE.0000577716.57052.8d
21. Min J, Sempionatto JR, Teymourian H, Wang J, Gao W. Wearable electrochemical biosensors in North America. *Biosens Bioelectron.* 2021 Enero 15 ;172:112750. doi: 10.1016/j.bios.2020.112750. Epub 2020 Oct 26. PMID : 33129072. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33129072/>
22. MubarakF, SuomiR.(2022)ElderlyForgotten? DigitalExclusionintheInformationAgeandtheRisingGreyDigitalDivide.Inquiry.2022JanDec;59:469 580221096272.doi:10.1177/00469580221096272.PMID:35471138;PMCID:PMC9052810. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35471138/>
23. Ma B, Yang J, Wong FKY, Wong AKC, Ma T, Meng J, Zhao Y, Wang Y, Lu Q. Artificial intelligence in elderly healthcare: A scoping review. *Ageing Res Rev.* 2023 Jan; 83:101808. doi: 10.1016/j.arr.2022.101808. Epub 2022 Nov. 23. PMID: 36427766. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36427766/>
24. O'Connor S. Artificial Intelligence for Older Adult Health: Opportunities for Advancing Gerontological Nursing Practice. *J Gerontol Nurs.* 2022 Dic;48(12):3-5. doi: 10.3928/00989134-20221107-01. Epub 2022 Dic. 1. PMID: 36441063. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36441063/>
25. Padhan S, Mohapatra A, Ramasamy SK, Agrawal S. Artificial Intelligence (AI) and Robotics in Elderly Healthcare: Enabling Independence and Quality of Life. *Cureus.* 2023 Agosto

- 3;15(8):e42905. doi: 10.7759/cureus.42905. PMID: 37664381; PMCID: PMC10474924.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37664381/>
26. Peters MDJ, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int J Evid Based Healthc* 2015;13(3):141–6.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26134548/>
27. Prisma ScR statement. (2020) <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>
28. Sabry, F., Eltaras, T., Labda, W., Hamza, F., Alzoubi, K., y Malluhi, Q. (2022). Towards On-Device Dehydration Monitoring Using Machine Learning from Wearable Device's Data. *Sensors*, 22(5). <https://doi.org/10.3390/s22051887>
29. Santoyo-Ramón, J. A., Casilari-Pérez, E., y Cano-García, J. M. (2021). A study on the impact of the users' characteristics on the performance of wearable fall detection systems. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02537-z>
30. Thralls, K. J., Godbole, S., Manini, T. M., Johnson, E., Natarajan, L., y Kerr, J. (2019). A comparison of accelerometry analysis methods for physical activity in older adult women and associations with health outcomes over time. *Journal of Sports Sciences*, 37(20), 2309–2317.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1631080>
31. Waheed, M., Afzal, H., y Mehmood, K. (2021). Nt-fds—a noise tolerant fall detection system using deep learning on wearable devices. *Sensors*, 21(6), 1–26.
<https://doi.org/10.3390/s21062006>
32. Wang, W. H., y Hsu, W. S. (2023). Integrating Artificial Intelligence and Wearable IoT System in Long-Term Care Environments. *Sensors*, 23(13). <https://doi.org/10.3390/s23135913>
33. 33. World Population prospects 2022. UN
https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
34. Wu, S., Ou, J., Shu, L., Hu, G., Song, Z., Xu, X., y Chen, Z. (2022). MhNet: Multi-scale spatio-temporal hierarchical network for real-time wearable fall risk assessment of the elderly. *Computers in Biology and Medicine*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.105355>
35. Zhang, J., Li, J., y Wang, W. (2021). A class-imbalanced deep learning fall detection algorithm using wearable sensors. *Sensors*, 21(19). <https://doi.org/10.3390/s21196511>
36. Zhang, Y., Wang, X., Han, P., Verschueren, S., Chen, W., y Vanrumste, B. (2022). Can Wearable Devices and Machine Learning Techniques Be Used for Recognizing and Segmenting Modified Physical Performance Test Items? *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 30, 1776–1785. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3186616>
37. Zhao, T., Chen, H., Bai, Y., Zhao, Y., y Zhao, S. (2022). A Hierarchical Ensemble Deep Learning Activity Recognition Approach with Wearable Sensors Based on Focal Loss. *International Journal of Environmental Research and Public Health*,
<https://doi.org/10.3390/ijerph191811706>
38. Zurbuchen, N., Wilde, A., y Bruegger, P. (2021). A machine learning multi-class approach for fall detection systems based on wearable sensors with a study on sampling rates selection. *Sensors (Suiza)*, 21(3), 1–23. <https://doi.org/10.3390/s21030938>

APPENDICES

Appendix I: Search strategy

MESH TERMS ASSESSES FOR SEARCH

Wearable Electronic Devices

Electronic implements worn on the body as an implant or as an accessory. Examples include wearable diagnostic devices, wearable ACTIVITY TRACKERS, wearable INFUSION PUMPS, wearable computing devices, SENSORY AIDS, and electronic pest repellents.

Year introduced: 2018

Entry Terms:

Device, Wearable Electronic
Electronic Device, Wearable
Wearable Electronic Device
Wearable Technology
Technology, Wearable
Wearable Technologies
Wearable Devices
Device, Wearable
Wearable Device
Electronic Skin
Skin, Electronic

Monitoring, Ambulatory

The use of electronic equipment to observe or record physiologic processes while the patient undergoes normal daily activities.

Year introduced: 1995

Biosensing Techniques

Any of a variety of procedures which use biomolecular probes to measure the presence or concentration of biological molecules, biological structures, microorganisms, etc., by translating a biochemical interaction at the probe surface into a quantifiable physical signal.

Year introduced: 1999(1989)

Artificial Intelligence

Theory and development of computer systems which perform tasks that normally require human intelligence. Such tasks may include speech recognition, learning; visual perception; mathematical computing; reasoning, problem solving, decision-making, and translation of language.

Year introduced: 1986

Aged

A person 65 years of age or older. For a person older than 79 years, AGED, 80 AND OVER is available.

Year introduced: 1966

Health Services for the Aged

Services for the diagnosis and treatment of diseases in the aged and the maintenance of health in the elderly.

Year introduced: 1980

SEARCH STRATEGY

- ((wearable devices) OR (monitoring ambulatory)) OR (Biosensing Techniques)) AND (AI) OR (artificial intelligence)) AND (aged) OR (elderly)) OR (elder)
6,076,988 results
- (((((((wearable devices[tiab]) OR (monitoring, ambulatory[tiab])) OR (biosensing techniques[tiab])) AND (AI[tiab])) OR (artificial intelligence[tiab])) AND (aged[tiab])) OR (elderly[tiab])) OR (elder[tiab]))
308,786 results
- "Wearable Electronic Devices"[Mesh]
19,396 results
- MESH: Elderly monitoring
No Results.
- MESH: Aged monitoring
No results.
- ("Monitoring, Ambulatory"[Mesh]) AND "Aged"[Mesh]
10645 results
- (Monitoring, Ambulatory[Title/Abstract]) AND (aged[Title/Abstract])
22 results
- "wearable electronic devices"[tiab]
751 results
- (("Wearable Electronic Devices"[Mesh]) AND "Artificial Intelligence"[Mesh]) AND "Aged"[Mesh]
131 results
- "wearable devices"[Title/Abstract] AND "artificial intelligence"[Title/Abstract] AND "elderly"[Title/Abstract]
6 Results.
- ((wearable electronic devices[tiab]) AND (artificial intelligence[tiab])) AND (aged[tiab])
1 result: "Development of an Internet of Things Technology Platform (the NEX System) to Support Older Adults to Live Independently: Protocol for a Development and Usability Study"

ULTIMATE SEARCH

- ("Wearable Electronic Devices"[MeSH Terms] AND "Artificial Intelligence"[MeSH Terms]) AND ("Aged"[MeSH Terms] OR "elderly"[Title/Abstract] OR "older adult"[Title/Abstract])
141 results

In view of the searches carried out, we believe that the one that best suits our needs is the one underlined in gray with 141 results, due to its specificity and because it has a manageable size for a more exhaustive review of the 141 publications. The search closing date was December 17, 2023.

The first conclusion that emerges from the various searches is that it is a developing field of knowledge with a low level of study in which there will be many gaps.

ARTICLES REMOVED AND REASON

- ANDREAwrong populationEvaluation of a sensor algorithm for motor state rating in Parkinson's disease. Johansson D; Thomas I; Ericsson A; Johansson A; Medvedev A; Memedi M; Nyholm D; Ohlsson F; Senek M; Spira J; Westin J; Bergquist F
2020-01-01
- ANDREAwrong populationAssessment of Motor Impairments in Early Untreated Parkinson's Disease Patients: The Wearable Electronics Impact. Ricci M; Di Lazzaro G; Pisani A; Mercuri NB; Giannini F; Saggio G
2019-06-01
- ANDREAwrong populationUpper limb motor pre-clinical assessment in Parkinson's disease using machine learning. Cavallo F; Moschetti A; Esposito D; Maremmani C; Rovini E
2019-07-01
- ANDREAwrong populationDeep learning for cardiovascular medicine: a practical primer. Krittanawong C; Johnson KW; Rosenson RS; Wang Z; Aydar M; Baber U; Min JK; Tang WHW; Halperin JL; Narayan SM
2019-02-26
- ANDREAwrong populationDifferentiation of Patients with Balance Insufficiency (Vestibular Hypofunction) versus Normal Subjects Using a Low-Cost Small Wireless Wearable Gait Sensor. Nguyen TQ; Young JH; Rodriguez A; Zupancic S; Lie DYC
2019-11-01
- ANDREAwrong populationA Multi-Layer Gaussian Process for Motor Symptom Estimation in People With Parkinson's Disease. Lang M; Pfister FMJ; Frohner J; Abedinpour K; Pichler D; Fietzek U; Um TT; Kulic D; Endo S; Hirche S
2019-11-01
- ANDREAwrong populationRehab-Net: Deep Learning Framework for Arm Movement Classification Using Wearable Sensors for Stroke Rehabilitation. Panwar M; Biswas D; Bajaj H; Jobges M; Turk R; Maharatna K; Acharyya A
2019-02-20
- ANDREAwrong drugRecognizing Physical Activity of Older People from Wearable Sensors and Inconsistent Data. Papagiannaki A; Zacharaki EI; Kalouris G; Kalogiannis S; Deltouzos K; Ellul J; Megalooikonomou V
2020-01-01

- ANDREAwrong population Motion Sensor-Based Assessment of Parkinson's Disease Motor Symptoms During Leg Agility Tests: Results From Levodopa Challenge. Aghanavasi S; Bergquist F; Nyholm D; Senek M; Memedi M
2018-12-20
- ANDREAwrong population Cochlear Implantation in Postlingually Deaf Adults is Time-sensitive Towards Positive Outcome: Prediction using Advanced Machine Learning Techniques. Kim H; Kang WS; Park HJ; Lee JY; Park JW; Kim Y; Seo JW; Kwak MY; Kang BC; Yang CJ; Duffy BA; Cho YS; Lee SY; Suh MW; Moon IJ; Ahn JH; Cho YS; Oh SH; Chung JW
2018-07-01
- ANDREAwrong population Personalized Human Activity Recognition using Wearables: A Manifold Learning-based Knowledge Transfer. Saeedi R; Sasani K; Norgaard S; Gebremedhin AH
2018-07-01
- ANDREAwrong population Deep Learning for Medication Assessment of Individuals with Parkinson's Disease Using Wearable Sensors. Hssayeni MD; Adams JL; Ghoraani B
2018-09-01
- ANDREAwrong population A deep learning based segregation algorithm to increase speech intelligibility for hearing-impaired listeners in reverberant-noisy conditions. Zhao Y; Wang D; Johnson EM; Healy EW
2018-01-01
- ANDREAwrong population A lightweight piecewise linear synthesis method for standard 12-lead ECG signals based on adaptive region segmentation. Zhu H; Pan Y; Cheng KT; Huan R
2018-11-01
- ANDREAwrong population Novel Bluetooth-Enabled Tubeless Insulin Pump: A User Experience Design Approach for a Connected Digital Diabetes Management Platform. Pillalamarri SS; Huyett LM; Abdel-Malek A
2018-10-02
- ANDREAwrong drug Technology integrated health management for dementia. Rostill H; Nilforooshan R; Morgan A; Barnaghi P; Ream E; Chrysanthaki T
2018-09-30
- ANDREAwrong population A Validation Study of Freezing of Gait (FoG) Detection and Machine-Learning-Based FoG Prediction Using Estimated Gait Characteristics with a Wearable Accelerometer. Aich S; Pradhan PM; Park J; Sethi N; Vathsa VSS; Kim HC
2018-09-29
- ANDREAwrong drug A wearable hip-assist robot reduces the cardiopulmonary metabolic energy expenditure during stair ascent in elderly adults: a pilot cross-sectional study. Kim DS; Lee HJ; Lee SH; Chang WH; Jang J; Choi BO; Ryu GH; Kim YH
2018-09-24
- ANDREAwrong population Recognition of Sedentary Behavior by Machine Learning Analysis of Wearable Sensors during Activities of Daily Living for Telemedical Assessment of Cardiovascular Risk. Kaňtoch E
2018-10-01

- ANDREAwrong populationComplex-valued unsupervised convolutional neural networks for sleep stage classification. Zhang J; Wu Y
2018-11-01
- ANDREAwrong populationIMU-Based Classification of Parkinson's Disease From Gait: A Sensitivity Analysis on Sensor Location and Feature Selection. Caramia C; Torricelli D; Schmid M; Munoz-Gonzalez A; Gonzalez-Vargas J; Grandas F; Pons JL
2018-09-01
- ANDREAwrong populationA Treatment-Response Index From Wearable Sensors for Quantifying Parkinson's Disease Motor States. Thomas I; Westin J; Alam M; Bergquist F; Nyholm D; Senek M; Memedi M
2018-11-01
- ANDREAwrong populationInfluence of Accelerometer Calibration Approach on Moderate-Vigorous Physical Activity Estimates for Adults. Matthews CE; Keadle SK; Berrigan D; Staudenmayer J; F Saint-Maurice P; Troiano RP; Freedson PS
2018-05-01
- ANDREAwrong drugEffect of the Synchronization-Based Control of a Wearable Robot Having a Non-Exoskeletal Structure on the Hemiplegic Gait of Stroke Patients. Mizukami N; Takeuchi S; Tetsuya M; Tsukahara A; Yoshida K; Matsushima A; Maruyama Y; Tako K; Hashimoto M
2018-01-01
- ANDREAwrong populationObjective Prediction of Hearing Aid Benefit Across Listener Groups Using Machine Learning: Speech Recognition Performance With Binaural Noise-Reduction Algorithms. Schädler MR; Warzybok A; Kollmeier B
2018-06-01
- ANDREAwrong populationRest tremor quantification based on fuzzy inference systems and wearable sensors. Sanchez-Perez LA; Sanchez-Fernandez LP; Shaout A; Martinez-Hernandez JM; Alvarez-Noriega MJ
2020-01-01
- ANDREAwrong drugThe effect of a wearable soft-robotic glove on motor function and functional performance of older adults. Radder B; Prange-Lasonder GB; Kottink AIR; Holmberg J; Sletta K; Van Dijk M; Meyer T; Buurke JH; Rietman JS
2018-04-01
- ANDREAwrong drugEffect of a robotic seal on the motor activity and sleep patterns of older people with dementia, as measured by wearable technology: A cluster-randomised controlled trial. Moyle W; Jones C; Murfield J; Thalib L; Beattie E; Shum D; O'Dwyer S; Mervin MC; Draper B
2018-01-01
- ANDREAwrong drugA wearable resistive robot facilitates locomotor adaptations during gait. Washabaugh EP; Krishnan C
2018-04-01
- ANDREAwrong populationWrist sensor-based tremor severity quantification in Parkinson's disease using convolutional neural network. Kim HB; Lee WW; Kim A; Lee HJ; Park HY; Jeon HS; Kim SK; Jeon B; Park KS
2018-04-11

- ANDREAMachine learning algorithms based on signals from a single wearable inertial sensor can detect surface- and age-related differences in walking. Hu B; Dixon PC; Jacobs JV; Dennerlein JT; Schiffman JM
2018-02-14
- ANDREAwrong drugOn the Comparison of Wearable Sensor Data Fusion to a Single Sensor Machine Learning Technique in Fall Detection. Tsinganos P; Skodras A
2018-04-01
- ANDREAwrong populationA general framework for sensor-based human activity recognition. Köping L; Shirahama K; Grzegorzec M
2018-01-01
- ANDREAwrong populationNovel Wearable Seismocardiography and Machine Learning Algorithms Can Assess Clinical Status of Heart Failure Patients. Inan OT; Baran Pouyan M; Javadi AQ; Dowling S; Etemadi M; Dorier A; Heller JA; Bicen AO; Roy S; De Marco T; Klein L
2017-10-31
- ANDREAwrong populationHigh-accuracy automatic classification of Parkinsonian tremor severity using machine learning method. Jeon H; Lee W; Park H; Lee HJ; Kim SK; Kim HB; Jeon B; Park KS
2017-12-01
- ANDREAwrong populationMeasuring Functional Arm Movement after Stroke Using a Single Wrist-Worn Sensor and Machine Learning. Bochniewicz EM; Emmer G; McLeod A; Barth J; Dromerick AW; Lum P
2018-07-01
- ANDREAwrong populationQuantitative Evaluation of Rehabilitation Effect on Peripheral Circulation of Diabetic Foot. Huang YK; Chang CC; Lin PX; Lin BS; Yao-Kuang Huang; Chang-Cheng Chang; Pin-Xing Lin; Bor-Shyh Lin
2017-06-01
- ANDREAwrong populationAn algorithm to increase intelligibility for hearing-impaired listeners in the presence of a competing talker. Healy EW; Delfarah M; Vasko JL; Carter BL; Wang D
2017-05-27
- ANDREAwrong drugEvaluation of Feature Extraction and Recognition for Activity Monitoring and Fall Detection Based on Wearable sEMG Sensors. Xi X; Tang M; Miran SM; Luo Z
2017-03-01
- ANDREAwrong populationAuditory inspired machine learning techniques can improve speech intelligibility and quality for hearing-impaired listeners. Monaghan JJ; Goehring T; Yang X; Bolner F; Wang S; Wright MC; Bleeck S
2017-10-01
- ANDREAProspective Fall-Risk Prediction Models for Older Adults Based on Wearable Sensors. Howcroft J; Kofman J; Lemaire ED
2017-01-19
- ANDREASignificant Change Spotting for Periodic Human Motion Segmentation of Cleaning Tasks Using Wearable Sensors. Liu KC; Chan CT
2016-01-01

- ANDREAwrong populationClassification of Movement of People with Parkinsons Disease Using Wearable Inertial Movement Units and Machine Learning. Ireland D; Wang Z; Lamont R; Liddle J 2016-05-01
- ANDREAwrong populationLarge-scale training to increase speech intelligibility for hearing-impaired listeners in novel noises. Chen J; Wang Y; Yoho SE; Wang D; Healy EW 2013-12-01
- ANDREAwrong populationIntegrating cognitive and peripheral factors in predicting hearing-aid processing effectiveness. Kates JM; Arehart KH; Souza PE

Appendix II

Data extraction instrument. The Excel table with which the data extraction was carried out has been uploaded to the digitum repository of the University of Murcia for consultation and use in free research with the handle: <http://hdl.handle.net/10201/142384>

KEY	TITLE	YEAR	RECRUITMENT DATA	JOURNAL	AUTHORS	PRIMARY AFFILIATION OF PRIMARY AUTHOR	NURSE AUTHORS	LANGUAGE	COUNTRY
rayyan-635220762	Integrating Artificial Intelligence and Wearable IoT System in Long-Term Care Environments.	2023	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Wang WH and Hsu WS	Wei-Hsun Wang	N/A	eng	TAIWAN
rayyan-635220767	Experimental Study: Deep Learning-Based Fall Monitoring among Older Adults with Skin-Wearable Electronics.	2023	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Lee Y and Pokharel S and Muslim AA and Kc DB and Lee KH and Yeo WH	Yongkuk Lee	N/A	eng	USA
rayyan-635220769	Gait Events Prediction Using Hybrid CNN-RNN-Based Deep Learning Models through a Single Waist-Worn Wearable Sensor.	2022	2017	Sensors (Basel, Switzerland)	Arshad MZ and Jamsrandorj A and Kim J and Mun KR	Muhammad Zeeshan Arshad	N/A	eng	KOREA
rayyan-635220771	A Hierarchical Ensemble Deep Learning Activity Recognition Approach with Wearable Sensors Based on Focal Loss.	2022	N/R	International journal of environmental research and public health	Zhao T and Chen H and Bai Y and Zhao Y and Zhao S	Ting Zhao,	N/A	eng	CHINA
rayyan-635220773	Can Wearable Devices and Machine Learning Techniques Be Used for Recognizing and Segmenting Modified Physical Performance Test Items?	2022	N/R	IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society	Zhang Y and Wang X and Han P and Verschuere S and Chen W and Vanrumste B	Yiyuan Zhang	N/A	eng	UNITED STATES
rayyan-635220774	Machine Learning Strategies for Low-Cost Insole-Based Prediction of Center of Gravity during Gait in Healthy Males.	2022	2018	Sensors (Basel, Switzerland)	Moon J and Lee D and Jung H and Choi A and Mun JH	Jose Moon	N/A	eng	KOREA
rayyan-635220776	MhNet: Multi-scale spatio-temporal hierarchical network for real-time wearable fall risk assessment of the elderly.	2022	2018	Computers in biology and medicine	Wu S and Ou J and Shu L and Hu G and Song Z and Xu X and Chen Z	Shibin Wu	N/A	eng	CHINA

KEY	TITLE	YEAR	RECRUITMENT DATA	JOURNAL	AUTHORS	PRIMARY AFFILIATION OF PRIMARY AUTHOR	NURSE AUTHORS	LANGUAGE	COUNTRY
rayyan-635220777	Towards On-Device Dehydration Monitoring Using Machine Learning from Wearable Device's Data.	2022	2022	Sensors (Basel, Switzerland)	Sabry F and Eltaras T and Labda W and Hamza F and Alzoubi K and Malluhi Q	Farida Sabry	N/A	eng	QATAR
rayyan-635220782	A study on the impact of the users' characteristics on the performance of wearable fall detection systems.	2021	2020	Scientific reports	Santoyo-Ramón JA and Casilari-Párez E and Cano-García JM	José Antonio Santoyo-Ramón ⁿ¹ ,	N/A	eng	SPAIN
rayyan-635220784	A machine learning approach for semi-automatic assessment of IADL dependence in older adults with wearable sensors.	2022	N/R	International journal of medical informatics	García-Moreno FM and Bermudez-Edo M and Rodríguez-García E and Párez-Mármol JM and Garrido JL and Rodríguez-Fátiz MJ	Francisco M. García-Moreno	N/A	eng	SPAIN
rayyan-635220785	Prediction of fall risk among community-dwelling older adults using a wearable system.	2021	2013	Scientific reports	Lockhart TE and Soangra R and Yoon H and Wu T and Frames CW and Weaver R and Roberto KA	Thurmon E. Lockhart	N/A	eng	UNITED STATES
rayyan-635220787	A Class-Imbalanced Deep Learning Fall Detection Algorithm Using Wearable Sensors.	2021	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Zhang J and Li J and Wang W	Jing Zhang	N/A	eng	CHINA
rayyan-635220792	The CNN Hip Accelerometer Posture (CHAP) Method for Classifying Sitting Patterns from Hip Accelerometers: A Validation Study.	2021	2016	Medicine and science in sports and exercise	Greenwood-Hickman MA and Nakandala S and Jankowska MM and Rosenberg DE and Tuz-Zahra F and Bellefriere J and Carlson J and Hibbing PR and Zou J and Lacroix AZ and Kumar A and Natarajan L	MIKAEL ANNE GREENWOOD -HICKMAN.	eng	UNITED STATES	
rayyan-635220793	NT-FDS-A Noise Tolerant Fall Detection System Using Deep Learning on Wearable Devices.	2021	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Waheed M and Afzal H and Mehmood K	MarviWaheed	N/A	eng	PAKISTAN
rayyan-635220794	AnkFall-Falls, Falling Risks and Daily-Life Activities Dataset with an Ankle-Placed Accelerometer and Training Using Recurrent Neural Networks.	2021	2020	Sensors (Basel, Switzerland)	Luna-Perejón F and Muñoz-Saavedra L and Civit-Masot J and Civit A and Domínguez-Morales M	Francisco Luna-Perejón	N/A	eng	SPAIN
rayyan-635220799	A Machine Learning Multi-Class Approach for Fall Detection Systems Based on Wearable Sensors with a Study on Sampling Rates Selection.	2021	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Zurbuchen N and Wilde A and Bruegger P	Nicolas Zurbuchen	N/A	eng	SWITZERLAND

KEY	TITLE	YEAR	RECRUITMENT DATA	JOURNAL	AUTHORS	PRIMARY AFFILIATION OF PRIMARY AUTHOR	NURSE AUTHORS	LANGUAGE	COUNTRY
rayyan-635220806	Detection of Gait Abnormalities for Fall Risk Assessment Using Wrist-Worn Inertial Sensors and Deep Learning.	2020	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Kiprijanovska I and Gjoreski H and Gams M	Ivana Kiprijanovska	N/A	eng	SLOVENIA
rayyan-635220811	Timed Up and Go and Six-Minute Walking Tests with Wearable Inertial Sensor: One Step Further for the Prediction of the Risk of Fall in Elderly Nursing Home People.	2020	2018	Sensors (Basel, Switzerland)	Buisseret F and Catinus L and Grenard R and Joczysk L and Fievez D and Barvaux V and Dierick F	Fabien Buisseret	N/A	eng	BELGIUM
rayyan-635220821	Enhanced Algorithm for the Detection of Preimpact Fall for Wearable Airbags.	2020	2018	Sensors (Basel, Switzerland)	Jung H and Koo B and Kim J and Kim T and Nam Y and Kim Y	Haneul Jung	N/A	eng	KOREA
rayyan-635220834	Wearable Fall Detector Using Recurrent Neural Networks.	2019	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Luna-Perejón F and Domínguez-Morales MJ and Civit-Balcells A	Francisco Luna-Perejón	N/A	eng	SPAIN
rayyan-635220835	Depression Prediction by Using Ecological Momentary Assessment, Actiwatch Data, and Machine Learning: Observational Study on Older Adults Living Alone.	2019	2017	JMIR mHealth and uHealth	Kim H and Lee S and Lee S and Hong S and Kang H and Kim N	Heejung Kim 1,2,	NURSING	eng	KOREA
rayyan-635220845	A comparison of accelerometry analysis methods for physical activity in older adult women and associations with health outcomes over time.	2019	2012	Journal of sports sciences	Thralls KJ and Godbole S and Manini TM and Johnson E and Natarajan L and Kerr J	Katie J. Thralls.	N/A	eng	UNITED STATES
rayyan-635220887	Machine learning algorithms based on signals from a single wearable inertial sensor can detect surface- and age-related differences in walking.	2018	N/R	Journal of biomechanics	Hu B and Dixon PC and Jacobs JV and Dennerlein JT and Schiffman JM	Hu B	N/A	eng	UNITED STATES
rayyan-635220897	Prospective Fall-Risk Prediction Models for Older Adults Based on Wearable Sensors.	2017	N/R	IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society	Howcroft J and Kofman J and Lemaire ED	Jennifer Howcroft	N/A	eng	CANADA
rayyan-635220898	Significant Change Spotting for Periodic Human Motion Segmentation of Cleaning Tasks Using Wearable Sensors.	2017	N/R	Sensors (Basel, Switzerland)	Liu KC and Chan CT	Kai-Chun Liu	N/A	eng	TAIWAN

keywords	METHOD	OBJECTIVE	INCLUSION	EXCLUSION	N PATIENTS	Mean age a	N RANDOM	WOMEN	COMPARIS	KIND WEAR	LOCATION	KIND AI	GERIATRIC SYNDROMES	LONG TERM	ETHICAL IM
Humans	Experimental	To develop	N/A	N/A	20 (4 groups)	65.4	N/A	N/A	1 group eld	Thin copper	CHEST SKIN	LSTM DEEP LEARNING	Falls	N/A	N/A
Humans	Experimental	To explore	N/A	N/A	169 (2)	74.89 and 59	N/A	101 (Health)	WAIST LOCATION	IMU SENSORS	WAIST, PELVIS	CNN-RNN Hybrid	Frailty, cognitive impairment	N/A	N/A
Aged	Experimental	To design	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	IMU SENSORS	WRIST	LSTM, CNN	Cognitive impairment	N/A	N/A
Aged	Experimental	To propose	N/A	history of movement	30 (2 groups)	77.33 and 54	N/A	N/A	Bi-LSTM	INSOLE FEET	Bi-LSTM	Falls	N/A	N/A	
Aged	Experimental	To explore	Over 65 years	N/A	48	74.5 and 60	N/A	24	CNN, MLP	INSOLE FEET	CNN	Falls	N/A	N/A	
Accelerometers	Experimental	To address	N/A	N/A	11	30	N/A	9	DNN, RANDOM FORESTS	Shimmer3	SKIN	DNN	Dehydration	N/A	N/A
*Accidental	Comparative	To investigate	Studies over 65 years	N/A	6	N/A	N/A	N/A	SVM, KNN	N/A	N/A	Falls	N/A	N/A	
Aged	Experimental	To semi-automate	age from 65	severe movement impairment	79	75	N/A	69	k-NN against...	A single wearable	WRIST	k-NN, RF, SVM	Independence IADL	Community	N/A
Accidental	Experimental	Older adults	N/A	N/A	171	74.3 and 70	N/A	N/A	Fallers against...	IMU SENSORS	CHEST (Steady)	RF, CWT	Falls	Community	N/A
Accidental	Experimental	To determine	N/A	N/A	DATASET	N/A	N/A	N/A	CDL-Fall algorithm	N/A	N/A	CDL-Fall	Falls	Independence ADL	N/A
Accelerometers	Experimental	To assess accuracy	N/A	N/A	709	N/A	N/A	N/A	CHAP algorithm	ACCELEROMETER	HIP	CHAP	Falls	N/A	N/A
Activities of Daily Living	Experimental	To present a novel dataset	N/A	N/A	DATASET	N/A	N/A	N/A	RNNs against ...	N/A	N/A	BiLSTM	Falls	N/A	N/A

keywords	METHOD	OBJECTIVE	INCLUSION	EXCLUSION	N PATIENTS	Mean age	N RANDOM	WOMEN	COMPARIS	KIND WEAR	LOCATION	KIND AI	GERIATRIC SYNDROMES	LONG TERM	ETHICAL IM
Accelerometers	Experimental	To design	N/A	N/A	DATASET over 75 years	N/A	N/A	N/A	LSTM	Accelerometer	ANKLE	LSTM	Falls	ADL	N/A
*Accidental Falls	Experimental	To develop a system	N/A	N/A	DATASET	N/A	N/A	N/A	RF + GB algorithm	IMU SENSORS	WAIST, PELVIS	RF + GB	Falls	ADL	N/A
Accidental Falls/Prevention	Experimental	To present a prototype	Over 65 years	Lower limb impairments	18	37	N/A	10	CNN + LSTM	IMU SMARTWEAR	WRIST	CNN + LSTM	Falls	N/A	N/A
*Accidental Falls	Experimental	To design a system	Over 65 years	Lower limb impairments	30	83.2 and 80	N/A	52	TEST UP ANKLE	MARG sensors	LUMBAR	CNN	Falls	Nursing home	N/A
Accelerometers	Experimental	To develop a detection system	N/A	Neuromuscular disorders	30	23.4 and 17	N/A	N/A	Data recollected	IMU SENSORS	LUMBAR	Threshold-based	Falls	N/A	N/A
Accelerometers	Experimental	To show a pattern	N/A	N/A	DATASET (S...)	N/A	N/A	N/A	Power consumption	ACCELEROMETER	N/A	RNN	Falls	N/A	N/A
EMA, Depression	Experimental	To develop a prediction model	Aged 65 to 85	Cognitive impairments	47	80	N/A	N/A	Depression score	ACTIWATCH	WRIST	Logistic regression	Depression	N/A	N/A
Physical function	Comparative	To compare accelerometer try methods	Women aged 65+	N/A	144	N/A	N/A	144	Cluster randomization	ACCELEROMETER	WRIST	ML (No clear algorithm)	Depression, immobility	Nursing home	N/A
Irregular surface walking	Experimental	To investigate surface effects	Neurologic impairments	17	Older adults	71.5 and 65	N/A	N/A	Flat surface	IMU SENSORS	LUMBAR	LSTM	Falls	N/A	N/A
Accelerometers	Experimental	To generate fall risk prediction	65 years or older	Participants with fall history	75	75.2 and 65	N/A	N/A	Fallers against non-fallers	ACCELEROMETER	FEET, SHANKS	Neural Network, Naïve Bayes	Falls	N/A	N/A
Activities of Daily Living	Experimental	To propose an algorithm	N/A	N/A	6	26	N/A	2	SVM, k-NN	Opal Accelerometer	WRIST	SVM, k-NN, Naïve Bayes	ADL	N/A	N/A

Use of artificial intelligence supported wearable devices for elderly care: a scoping review

Andrea Pastor Zorita, Doctoral student. University of Murcia, Spain.
<https://orcid.org/0009-0002-0798-4658>

Ramiro Manzano Nuñez, Medical doctor. Hospital del Mar Research Institute, Barcelona, Spain.
<https://orcid.org/0000-0001-7444-9634>

Enrique Pastor Seller, PHD Professor. University of Murcia, Spain.
<https://orcid.org/0000-0001-8693-5138>

Marcos Alonso Bote, PHD Professor. University of Murcia, Spain.
<https://orcid.org/0000-0002-9178-3105>

Author corresponding, Andrea Pastor Zorita. Escuela Internacional de Doctorado Universidad de Murcia. Campus Espinardo. Murcia 03100 Spain. a.pastorzorita@um.es

Received: October 21, 2023

Accepted: December 1, 2023

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All the autors collaborated in all the article.

All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

KEY WORDS: Aged, artificial intelligence, wearable devices.

ABSTRACT

Background: Wearable devices such as smart watches already collect and monitor our data on physical activity, sleep time, and even vital signs. One of the groups where this monitoring can be most useful are older people, firstly due to its growing weight in the population and secondly due to its greater fragility and vulnerability.

Objective: The purpose of this review is to know the scope in the scientific literature in relation to the use and impact of portable devices with artificial intelligence support in the care of elderly people.

Methods: A scoping review was conducted on PubMed, including English articles published between 2017 and 2023, following Joanna Briggs Institute (JBI) guidelines and the Prisma ScR checklist. A narrative synthesis of the included articles was performed.

Results: A total of 141 articles addressing the research topic were found, of which 25 met the inclusion criteria. The countries with the most publications are the United States (n=6) followed by Korea and Spain (n=4) each. The most investigated geriatric syndrome was falls (72%). None of the publications considered the ethical implications of using these devices. Only 2 papers were elaborated by nurses. Thirteen clinical trials reported high positive impacts, 10 studies reported minor positive impacts.

Conclusions: Most studies demonstrate the effectiveness of this technology for monitoring and its usefulness in elderly care. Falls prevention and detection are the most researched areas, greater ethical analysis of the impact of these devices and nursing involving in research is necessary.

INTRODUCTION

The wearable devices like smart-watches or body sensors are focusing more and more on monitoring our vital signs, sleep-time and tracking activity in order to give us advise about our health needs. Some of them are even able to measure glucose levels through a small sensor applied to the back of the upper arm [21]. It is foreseeable that these kinds of technologies will spread out around the world over the next years with measurements that are more and more sophisticated, varied and accurate. Besides collecting data, most of them analyze this data through some form of artificial intelligence for giving alerts or recommendations that improve our health. Elderly people are less used to using these devices probably due to cultural reasons like the digital divide between young and old people [22], although probably considering their frailty and vulnerability these technologies would be more useful in terms of health care for them. Furthermore, the changing population pyramid which is becoming much narrower at the base than before predict a situation where there will be more elder health care needs with less young people to give that care. According to the UN's World Population Prospects [33]., the population above the age of 65 years is growing more rapidly than the population below that age. The proportion of people aged 65 years and above is increasing at a faster rate than those below that age. This means that the percentage of the global population aged 65 and above is expected to rise from 10% in 2022 to 16% in 2050. It is projected that by 2050, the number of individuals aged 65 years or above across the world will be twice the number of children under age 5 and almost equivalent to the number of children under 12 years. These demographic changes will have economic consequences on the growth rate.

Global population size and annual growth rate: estimates, 1950-2022, and medium scenario with 95 per cent prediction intervals, 2022-2050.

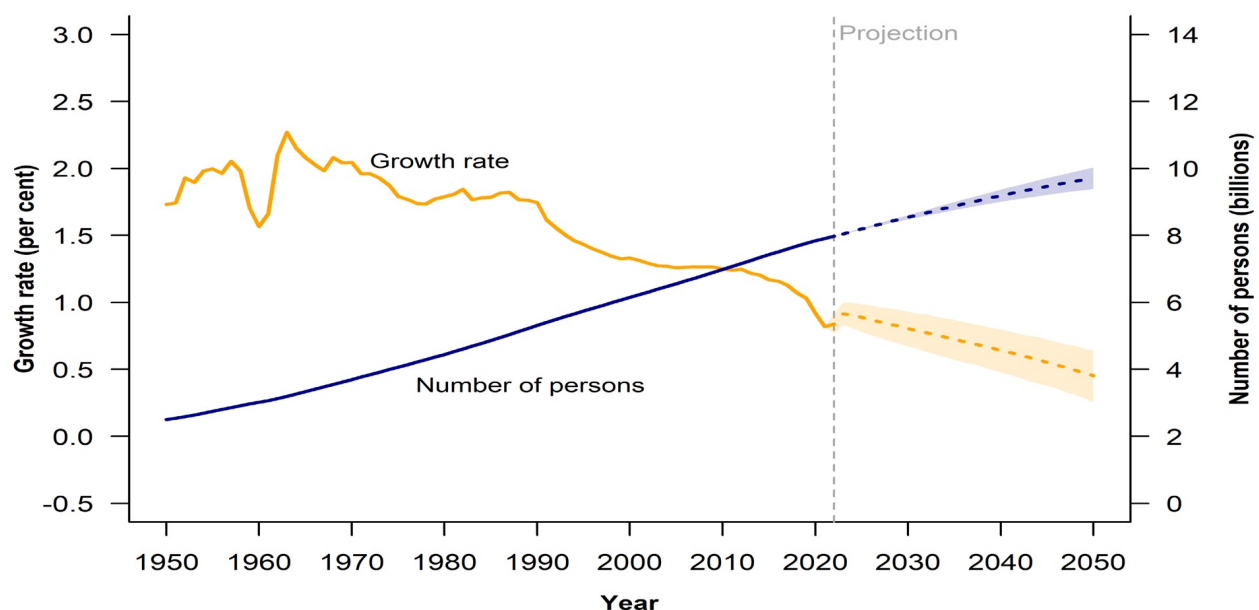


Figura 1: World population prospects 2022 UN. [33]

The combination of these two factors; Fewer young people to look after more elderly people added to a decrease in economic resources available for health and social care puts forward a scenario where the use of this technology could guarantee the minimum levels of quality in care for elderly despite the lack of human and economic resources. As Wei-Hsun and Wen-shin have pointed out “The development of the smart wearable physiological signal measurement and integration system represents a promising solution for the healthcare industry. By integrating multiple physiological signal measurement

technologies into a single wearable device and combining it with wireless transmission and location-based services, this system offers a comprehensive and real-time monitoring solution for patients or elderly individuals” [32]. To that end, it is estimated that by 2025, AI could create potential healthcare savings of \$150 billion [20].

If we deal with the care of elderly, we must also analyze the participation of nursing in this field of knowledge. A count of nurses involve in research has been carried out in this paper to know the scope of the nursing insight. As the digital age accelerates, the nursing profession, particularly those working in gerontology, should embrace AI to help determine if it can support the health and well-being of older adults. (O’connor, S. 2022) [24].

In order to analyse previous research in the field, a preliminary search of MEDLINE, the Cochrane Database of Systematic Reviews and JBI Evidence Synthesis was conducted in December 2023 and no neither current nor underway systematic reviews or scoping reviews on the same exact topic were identified, However, in January 23 Bingxin Mal et al. published “Artificial intelligence in elderly healthcare: A scoping review” [19] with only two light mentions to wearable devices, but not as research objective. Also in february 2024, during the elaboration of this scoping review, one scoping review protocol about the “Wearable technology use in long-term care facilities” was published in JBI Evidence Synthesis [3]. Despite the similarity of topics we must take into account that that last work is not finished, On the other hand, it does not treat the term of artificial intelligence like ours does, Besides, the scope is limited to elderly who live in long-term care institutions whereas the scope of our work is amplified to all elderly people regardless of where they live. This is why we understand that the differences between both papers and ours are significant, Nevertheless, we have taken into consideration the interesting contributions that these papers could make, to take advantage of the synergies that could be generated by that research.

The main aim of this scoping review was to know the scope of research about the use of wearable devices connected to artificial intelligence among elderly people to map the literature on evolving or emerging topics and to identify gaps establishing the framework for future research and experimentation in this field.

METHODS

Eligibility Criteria and search estategy

Participants: This review included publications involving individuals over 65 years who used AI-supported wearable devices for health monitoring or improvement. Articles focused on people 65 years and older but included some younger participants due to ethical reasons, such as using younger people to verify fall detection systems.

Concept: Studies and reports containing evidence related to the use of AI (Artificial intelligence)-supported wearable devices for monitoring health signs, early detection of adverse situations, and prevention through early response, were included. Evidence included i) health sign monitoring for analysis, ii) early detection of adverse situations like long stays on the floor, iii) prevention of adverse situations, such as fall detection systems and gait analysis for fall prevention.

Context: This review considered studies from all geographical locations published in English, including international studies within various elderly care settings (e.g., long-term care facilities, nursing homes, hospitals) and community environments.

Types of Sources: This review considered both experimental and quasi-experimental study designs, including randomized controlled trials, non-randomized trials, before-and-after studies, and interrupted

time series studies. Clinical trials predominated. Observational analytical studies (prospective and retrospective cohorts, case-control, cross-sectional studies) and observational descriptive studies (case series, individual case reports) were also included.

Search Strategy: The search strategy aimed to locate both published and unpublished studies. An initial limited search was conducted in MEDLINE via PubMed to identify articles on the topic. Keywords in the titles and abstracts of relevant articles and index terms were used to develop a comprehensive search strategy. The final search was performed only in PubMed, and reference lists of included articles were examined for additional studies. Studies published in English from January 2017 to December 17, 2023, were included to describe the publication trend. Only studies published in English will be included even though some of them were also published in other languages.

Selection of Evidence Sources: After the search, all identified citations were collected. A total of 141 citations were identified through PubMed, with 2 additional records found through other methods. No duplicates were found. Titles and abstracts of 141 records were assessed, excluding 60. Full texts of 81 records were evaluated for eligibility, excluding 56 for not focusing on the target population (n=81), not focusing on health research or an ineligible concept (n=33), and incorrect publication type (2). A total of 25 studies/reports were included for data extraction. [2, 4-8, 10-18, 28-32, 34-38].

Titles and abstracts were independently screened by two or more reviewers against inclusion criteria. Potentially relevant sources were retrieved in full text and imported into JBI SUMARI. The full text of selected citations was assessed in detail against inclusion criteria by two or more independent reviewers. Reasons for exclusion were recorded and reported in the appendix. Disagreements were resolved through discussion or with additional reviewers. The results of the search and the study inclusion process are fully reported in the final scoping review and presented in a flowchart of the scoping review extension of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses. (PRISMA-ScR) [27]

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only.

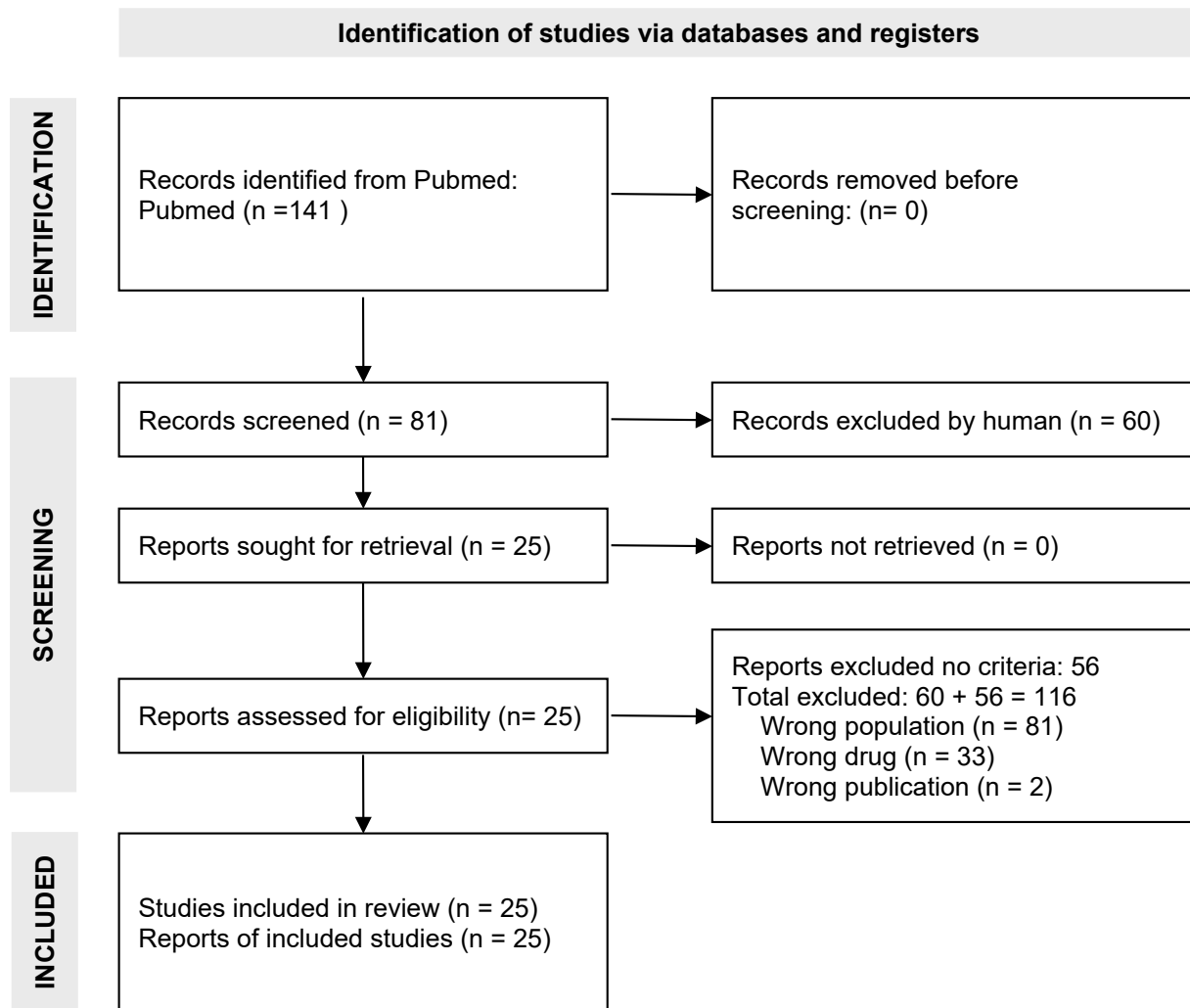


Figura 2: Flow diagram of search

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372.n71 doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

* Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).

** If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

Screening and Data Extraction

Data were extracted by two or more independent reviewers using a data extraction tool developed by the reviewers. Extracted data included population details (e.g., number of participants, gender, recruitment data, mean age), relevant publication aspects (e.g., year, country, nurse authors), wearable device location, type of AI (artificial intelligence) algorithm used, investigated geriatric syndromes, and key findings.

The Excel data extraction excel table is available for open use from the University of Murcia's Digitum repository. <http://hdl.handle.net/10201/142384> and a draft extraction form is provided (see Appendix 1).

Data Analysis and Presentation of results:

Data were extracted from papers included in the scoping review by two or more independent reviewers using a data extraction tool developed by the reviewers. The data extracted included specific details about the population (eg, number of participants, gender, recruitment data, mean age) some relevant aspects of publications (eg, year, country, nursing authors) the location of wearable devices, the kind of AI Algorithm used, the geriatric syndromes researched and key findings relevant to the review question.

The draft data extraction tool was modified and revised as necessary during the process of extracting data from each included evidence source. Any disagreements that arise between the reviewers will be resolved through discussion, or with an additional reviewers. If appropriate, authors of papers will be contacted to request missing or additional data, where required.

Major findings were presented using descriptive qualitative content analysis, organized based on the review questions. Main findings were categorized and reported in: i) Studied Geriatric Syndromes, ii) AI Type Used, iii) Wearable Device Effectiveness (sensitivity, specificity, or accuracy greater than 90%).

Research Questions

The research questions that guide the review are:

1. What has been described about the use of AI-supported wearable devices for healthcare in older adults?
2. More specifically:
What AI-connected sensors or devices have been proposed to improve elderly healthcare?

RESULTS

Publication Countries:

As we can see USA in figure 3 The countries with the most publications are the United States (n=6) followed by Korea and Spain (n=4) each one, after China with 3, Taiwan with 2 and 6 countries with only one publication. Regarding de axis north/South, all the articles has been published in north hemisphere whereas regarding the axis western/east the distribution is more balanced.

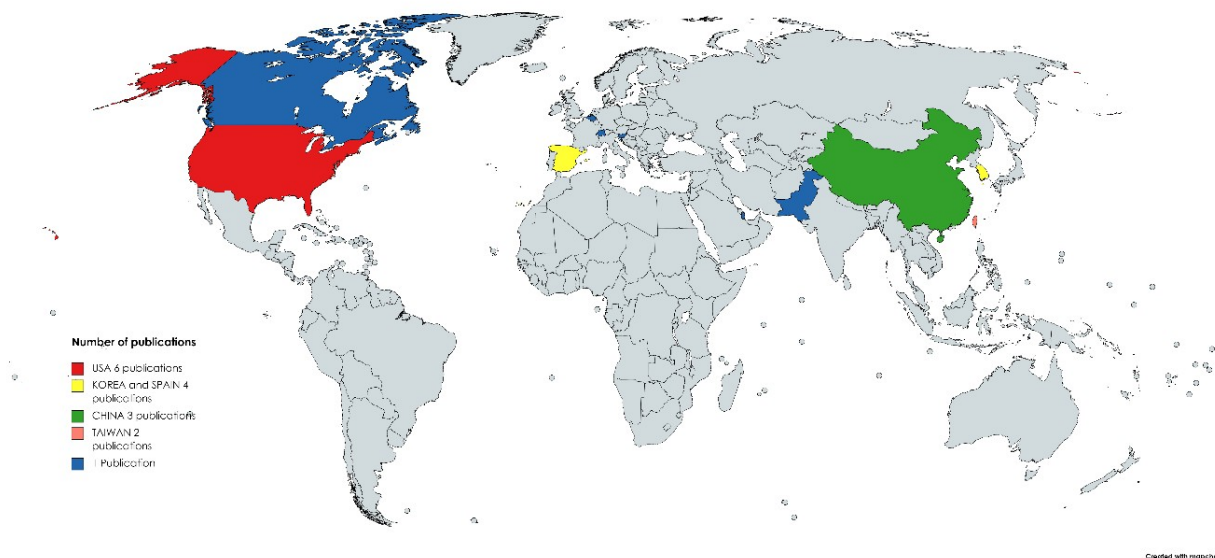


Figura 3: Countries of publication.

Publication Years:

The number of publications is increasing, with a peak in 2021 and 2022. The decrease in 2023 may be due to late 2023 publications being outside the review's scope. We must be attentive to future reviews to confirm this change

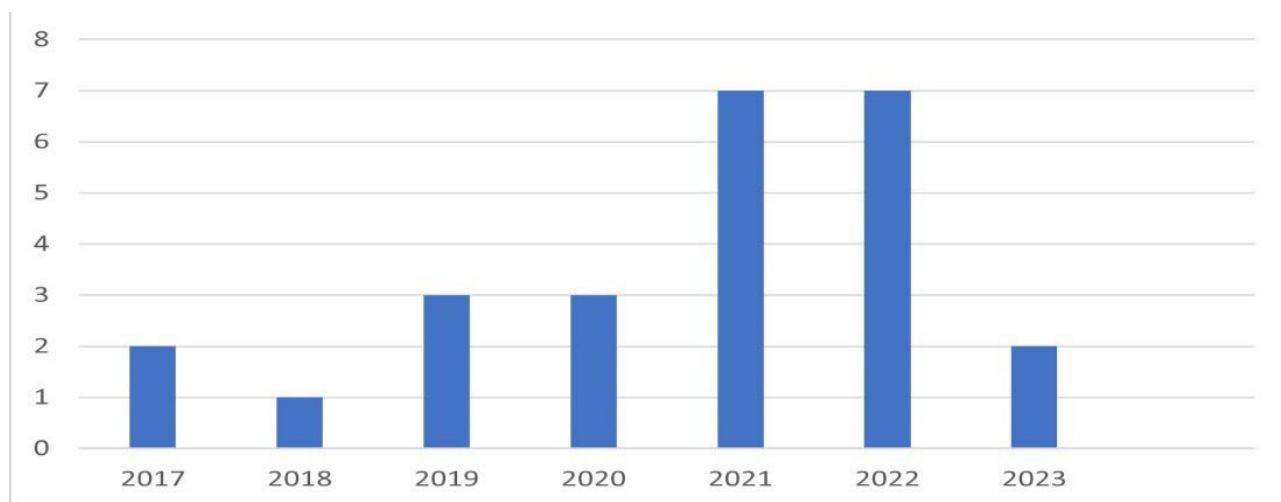


Figura 4: Year of publication.

Studied Geriatric Syndromes:

Falls were the most researched syndrome (72%), followed by cognitive impairment (16%) and other syndromes (12%). The reason of the great weight of falls in relation to other geriatric Syndromes we could find it in the economic, social and welfare impact in elderly. Falls are one of the leading causes of injury and injury-related deaths among older adults. Approximately 30% of adults over 65 years of age fall each year, in which almost 50% will likely fall more than once. The consequence of falls are devastating, resulting in injuries, reduced activity levels, reduced quality of life, increased fear of falling, and ultimately, death. In 2014, 2.8 million nonfatal fall injuries were treated in emergency departments, and approximately 800,000 of these patients were subsequently hospitalized in the United States. Care costs of fall related-injuries and fatalities in 2015 was approximately \$50.0 billion per year in the United States alone[16].

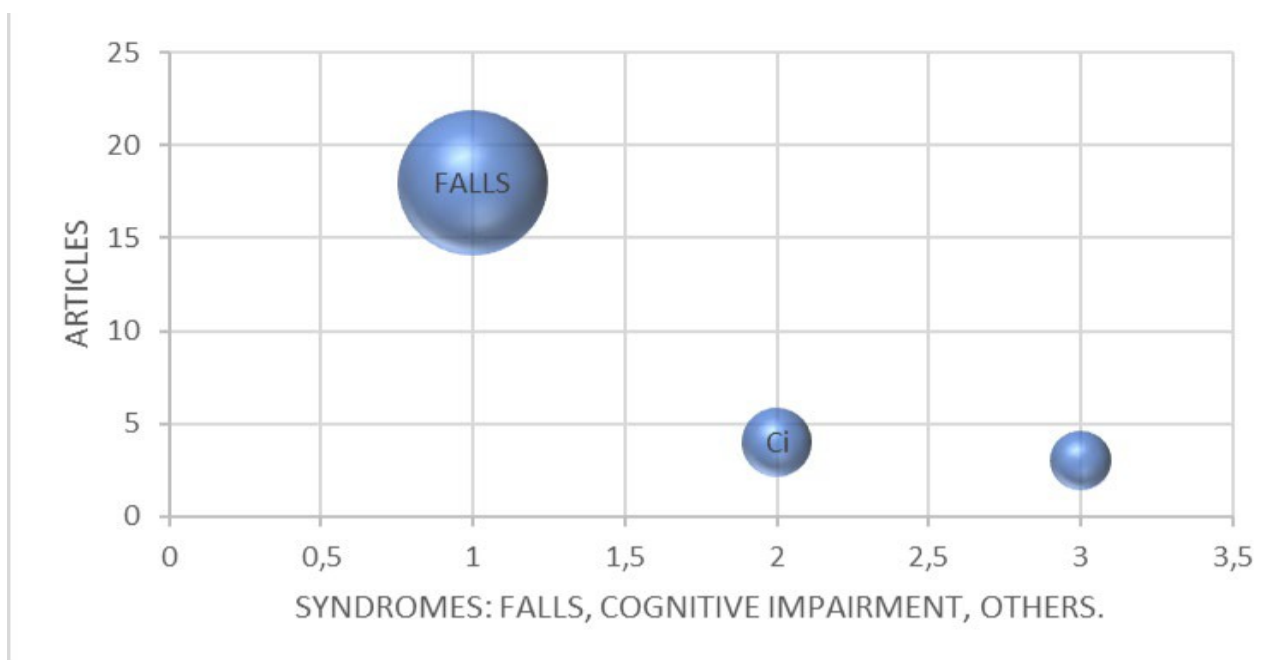


Figura 5: Syndromes researched.

We also establish a hypothesis that the increasing research in fall detection systems for robots could generate synergies between both fields of knowledge and the findings in robotics could be apply to elderly. However, this statement is only a hypothesis that should be confirmed in future research.

This predominancy of research in falls make emerge a great gap in the research in other geriatric Syndromes whose consequences are similar, such as incontinence, cognitive impairment or depression.

Algorithms Used:

A variety of algorithms were used in the experimentation, likely due to competition among companies for the most accurate technology. The most used specific algorithms were recurrent neural networks and long short-term memory variants, followed by convolutional neural networks, however the set of “others” is the predominant.

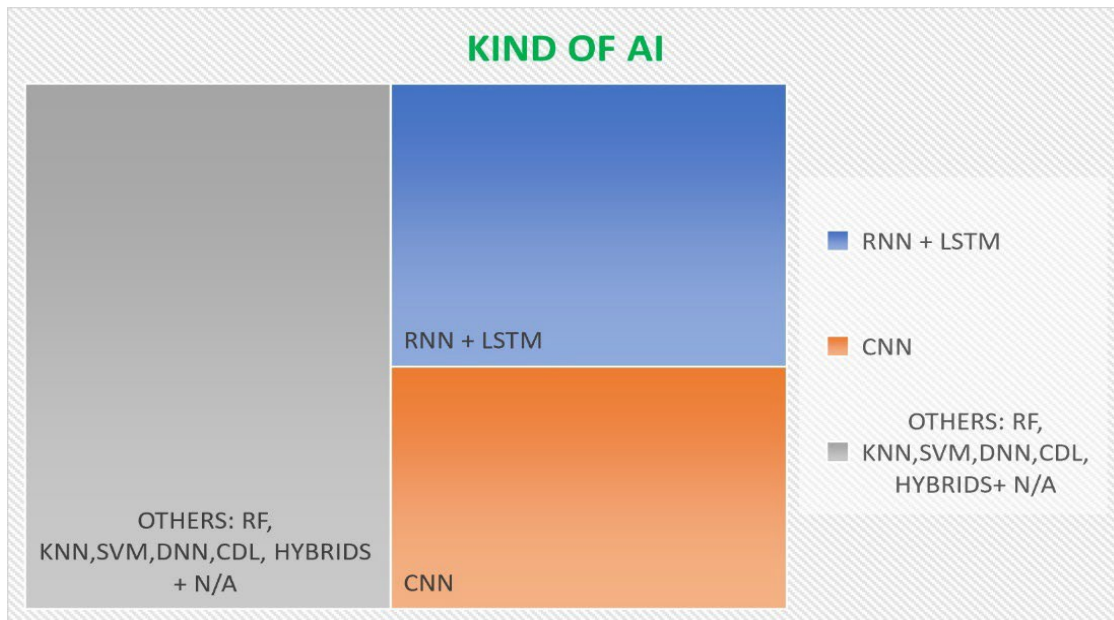


Figura 6: Kind of algorithm of AI used

Device Effectiveness:

To measure the utility of these devices we look for into the results to check what findings in terms of accuracy and precision of these devices were obtained. As we can see the effectiveness of this technologies is very high considering that in the group of low impact there are many studies that achieved an effectiveness from 50 to 80%, Nevertheless, it is desirable a precision greater than 90% when we are dealing with issues that can affect to the elderly health.

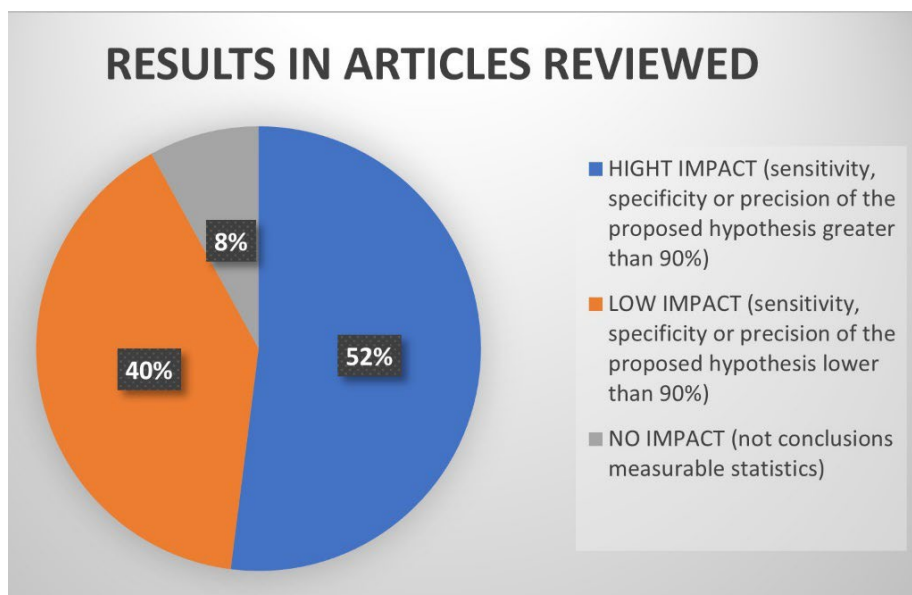


Figura 7: Impact of devices.

Nursing Participation and implications for nursing:

Only 2 of the 25 articles included nurses among the authors, indicating a minority presence in this research field, although such technologies can relieve nurses of administrative, monitoring and register tasks, allowing for the concentration of their efforts on the core of professional care. A necessary step towards the broader benefits of AI-based technologies for nursing is the identification of the domains where they present actual added value to nursing, and the nursing research involvement can help to this target.

Ethical Analysis:

None of the selected articles analyzed the ethical impact of these devices on elderly lives, a crucial aspect given the privacy concerns and data handling involved.

DISCUSSION

AI's significant role in elderly care is increasingly evident. Technological advancements in home and institutional care provide remote monitoring systems, enhancing care efficiency and precision. Wearable sensors, smart cameras, and virtual assistants are being integrated into homes and healthcare settings to create safer, adaptable environments capable of detecting risk situations like falls or sudden behavior changes.

The ethical impact of this technology on older adults is a critical discussion area. Given their vulnerability, there is a risk of prioritizing algorithm effectiveness over privacy and dignity. This review highlighted the need for ethical considerations, as none of the reviewed studies addressed this comprehensively. Autonomy concerns arise when older adults rely heavily on AI systems, raising questions about decision-making and potential loss of human connection. Developing guidelines and regulations to ensure responsible and ethical technology use is crucial.

The research focus on fall detection highlights a substantial gap in studying other significant geriatric syndromes like incontinence, cognitive impairment, and depression. A holistic approach addressing various health aspects is necessary.

Interdisciplinary research, especially involving nursing professionals, is notably lacking. Only two of the reviewed articles included nurses as authors, underscoring the need for a care-centered perspective in developing and implementing AI-supported wearable technologies.

In summary, while AI-supported wearable devices show great potential for enhancing elderly care, addressing research gaps in other geriatric syndromes, ethical implications, and interdisciplinary involvement is imperative to maximize benefits and minimize risks.

CONCLUSIONS

This scoping review revealed that AI-supported wearable devices are a promising technology for elderly care. The reviewed studies demonstrate notable effectiveness in health monitoring and geriatric syndrome detection, particularly falls, which dominate the research with 72% of publications. Despite high reported precision, research on other significant syndromes like cognitive impairment, depression, and incontinence is limited.

Clinical trials predominate the research landscape, showing significant positive impacts in most cases. However, interdisciplinary publications, especially involving nursing professionals, are scarce, emphasizing the need for a personal-centered-care perspective. Additionally, none of the reviewed publications address the ethical implications of using these devices, indicating a significant area for improvement in future research.

In conclusion, while AI-supported wearable technology shows great potential for improving elderly care, addressing research gaps in other geriatric syndromes, considering ethical implications, and increasing interdisciplinary participation is crucial to maximize benefits and minimize risks in their implementation.

Acknowledgements

We thank the International School of Doctorate at the University of Murcia (EIDUIM) for the technological resources provided. This scoping review is part of the doctoral program in Aging and Frailty at the University of Murcia, undertaken by the first author, Andrea Pastor Zorita.

Funding

No funding was received for this work.

Conflicts of Interest

There are no conflicts of interest in this project.

BIBLIOGRAPHY

1. Aromataris E, Munn Z (Editors). JBI Manual for Evidence Synthesis. JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global> <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-01>
2. Arshad, M. Z., Jamsrandorj, A., Kim, J., & Mun, K. R. (2022). Gait Events Prediction Using Hybrid CNN-RNN-Based Deep Learning Models through a Single Waist-Worn Wearable Sensor. *Sensors*, 22(21). <https://doi.org/10.3390/s22218226>
3. Bassi E, Santomauro I, Basso I, Busca E, Maoret R, Dal Molin A. Wearable technology use in long-term care facilities for older adults: a scoping review protocol. *JBI Evid Synth*. 2024 Feb 1;22(2):325-334. doi: 10.11124/JBIES-23-00079. PMID: 37747430. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37747430/>
4. Buisseret, F., Catinus, L., Grenard, R., Joczcyk, L., Fievez, D., Barvaux, V., & Dierick, F. (2020). Timed up and go and six-minute walking tests with wearable inertial sensor: One step further for the prediction of the risk of fall in elderly nursing home people. *Sensors (Switzerland)*, 20(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/s20113207>
5. Garcia-Moreno, F. M., Bermudez-Edo, M., Rodríguez-García, E., Pérez-Mármol, J. M., Garrido, J. L., & Rodríguez-Fórtiz, M. J. (2022). A machine learning approach for semi-automatic assessment of IADL dependence in older adults with wearable sensors. *International Journal of Medical Informatics*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104625>
6. Greenwood-Hickman, M. A., Nakandala, S., Jankowska, M. M., Rosenberg, D. E., Tuz-Zahra, F., Bellettiere, J., Carlson, J., Hibbing, P. R., Zou, J., Lacroix, A. Z., Kumar, A., & Natarajan, L. (2021). The CNN Hip Accelerometer Posture (CHAP) Method for Classifying Sitting Patterns from Hip Accelerometers: A Validation Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53(11), 2445–2454. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002705>
7. Howcroft, J., Kofman, J., & Lemaire, E. D. (2017). Prospective Fall-Risk Prediction Models for Older Adults Based on Wearable Sensors. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 25(10), 1812–1820. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2017.2687100>
8. Hu, B., Dixon, P. C., Jacobs, J. v., Dennerlein, J. T., & Schiffman, J. M. (2018). Machine learning algorithms based on signals from a single wearable inertial sensor can detect surface- and age-related differences in walking. *Journal of Biomechanics*, 71, 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.01.005>
9. JBI SUMMARY. <https://sumari.jbi.global/>
10. Jung, H., Koo, B., Kim, J., Kim, T., Nam, Y., & Kim, Y. (2020). Enhanced algorithm for the detection of preimpact fall for wearable airbags. *Sensors (Switzerland)*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/s20051277>
11. Kim, H., Lee, S. H., Lee, S. E., Hong, S., Kang, H. J., & Kim, N. (2019). Depression prediction by using ecological momentary assessment, actiwatch data, and machine learning: Observational study on older adults living alone. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(10). <https://doi.org/10.2196/14149>
12. Kiprijanovska, I., Gjoreski, H., & Gams, M. (2020). Detection of gait abnormalities for fall risk assessment using wrist-worn inertial sensors and deep learning. *Sensors (Switzerland)*, 20(18), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s20185373>

13. Lee, Y., Pokharel, S., Muslim, A. al, KC, D. B., Lee, K. H., & Yeo, W. H. (2023). Experimental Study: Deep Learning-Based Fall Monitoring among Older Adults with Skin-Wearable Electronics. *Sensors*, 23(8). <https://doi.org/10.3390/s23083983>
14. Lee, J. ;, Jung, D. ;, Choi, H. ;, Mun, A. ;, Machine, J. H., Moon, J., Lee, D., Jung, H., Choi, A., & Hwan Mun, J. (2022). Gravity during Gait in Healthy Males. *Sensors*, 2022, 3499. <https://doi.org/10.3390/s22>
15. Liu, K. C., & Chan, C. T. (2017). Significant change spotting for periodic human motion segmentation of cleaning tasks using wearable sensors. *Sensors (Switzerland)*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/s17010187>
16. Lockhart, T. E., Soangra, R., Yoon, H., Wu, T., Frames, C. W., Weaver, R., & Roberto, K. A. (2021). Prediction of fall risk among community-dwelling older adults using a wearable system. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00458-5>
17. Luna-Perejón, F., Muñoz-Saavedra, L., Civit-Masot, J., Civit, A., & Domínguez-Morales, M. (2021). Anfall—falls, falling risks and daily-life activities dataset with an ankle-placed accelerometer and training using recurrent neural networks. *Sensors*, 21(5), 1–21. <https://doi.org/10.3390/s21051889>
18. Luna-Perejón, F., Domínguez-Morales, M. J., & Civit-Balcells, A. (2019). Wearable fall detector using recurrent neural networks. *Sensors (Switzerland)*, 19(22). <https://doi.org/10.3390/s19224885>
19. Ma B, Yang J, Wong FKY, Wong AKC, Ma T, Meng J, Zhao Y, Wang Y, Lu Q. Artificial intelligence in elderly healthcare: A scoping review. *Ageing Res Rev*. 2023 Jan;83:101808. doi: 10.1016/j.arr.2022.101808. Epub 2022 Nov 23. PMID: 36427766. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36427766/>
20. McGrow, Kathleen DNP, MS, RN, PMP. Artificial intelligence: Essentials for nursing. *Nursing* 49(9):p 46-49, September 2019. | <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31365455/> DOI:10.1097/01.NURSE.0000577716.57052.8d
21. Min J, Sempionatto JR, Teymourian H, Wang J, Gao W. Wearable electrochemical biosensors in North America. *Biosens Bioelectron*. 2021 Jan 15;172:112750. doi: 10.1016/j.bios.2020.112750. Epub 2020 Oct 26. PMID: 33129072. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33129072/>
22. MubarakF,SuomiR.(2022)ElderlyForgotten? DigitalExclusionintheInformationAgeandtheRisingGreyDigitalDivide.*Inquiry*.2022JanDec;59:469 580221096272.doi:10.1177/00469580221096272.PMID:35471138;PMCID:PMC9052810. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35471138/>
23. Ma B, Yang J, Wong FKY, Wong AKC, Ma T, Meng J, Zhao Y, Wang Y, Lu Q. Artificial intelligence in elderly healthcare: A scoping review. *Ageing Res Rev*. 2023 Jan;83:101808. doi: 10.1016/j.arr.2022.101808. Epub 2022 Nov 23. PMID: 36427766. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36427766/>
24. O'Connor S. Artificial Intelligence for Older Adult Health: Opportunities for Advancing Gerontological Nursing Practice. *J Gerontol Nurs*. 2022 Dec;48(12):3-5. doi: 10.3928/00989134-20221107-01. Epub 2022 Dec 1. PMID: 36441063. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36441063/>

25. Padhan S, Mohapatra A, Ramasamy SK, Agrawal S. Artificial Intelligence (AI) and Robotics in Elderly Healthcare: Enabling Independence and Quality of Life. *Cureus*. 2023 Aug 3;15(8):e42905. doi: 10.7759/cureus.42905. PMID: 37664381; PMCID: PMC10474924. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37664381/>
26. Peters MDJ, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int J Evid Based Healthc* 2015;13(3):141–6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26134548/>
27. Prisma ScR statement. (2020) <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>
28. Sabry, F., Eltaras, T., Labda, W., Hamza, F., Alzoubi, K., & Malluhi, Q. (2022). Towards On-Device Dehydration Monitoring Using Machine Learning from Wearable Device's Data. *Sensors*, 22(5). <https://doi.org/10.3390/s22051887>
29. Santoyo-Ramón, J. A., Casilari-Pérez, E., & Cano-García, J. M. (2021). A study on the impact of the users' characteristics on the performance of wearable fall detection systems. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02537-z>
30. Thralls, K. J., Godbole, S., Manini, T. M., Johnson, E., Natarajan, L., & Kerr, J. (2019). A comparison of accelerometry analysis methods for physical activity in older adult women and associations with health outcomes over time. *Journal of Sports Sciences*, 37(20), 2309–2317. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1631080>
31. Waheed, M., Afzal, H., & Mehmood, K. (2021). Nt-fds—a noise tolerant fall detection system using deep learning on wearable devices. *Sensors*, 21(6), 1–26. <https://doi.org/10.3390/s21062006>
32. Wang, W. H., & Hsu, W. S. (2023). Integrating Artificial Intelligence and Wearable IoT System in Long-Term Care Environments. *Sensors*, 23(13). <https://doi.org/10.3390/s23135913>
33. 33. World Population prospects 2022. UN https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
34. Wu, S., Ou, J., Shu, L., Hu, G., Song, Z., Xu, X., & Chen, Z. (2022). MhNet: Multi-scale spatio-temporal hierarchical network for real-time wearable fall risk assessment of the elderly. *Computers in Biology and Medicine*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.105355>
35. Zhang, J., Li, J., & Wang, W. (2021). A class-imbalanced deep learning fall detection algorithm using wearable sensors. *Sensors*, 21(19). <https://doi.org/10.3390/s21196511>
36. Zhang, Y., Wang, X., Han, P., Verschueren, S., Chen, W., & Vanrumste, B. (2022). Can Wearable Devices and Machine Learning Techniques Be Used for Recognizing and Segmenting Modified Physical Performance Test Items? *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 30, 1776–1785. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3186616>
37. Zhao, T., Chen, H., Bai, Y., Zhao, Y., & Zhao, S. (2022). A Hierarchical Ensemble Deep Learning Activity Recognition Approach with Wearable Sensors Based on Focal Loss. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, <https://doi.org/10.3390/ijerph191811706>
38. Zurbuchen, N., Wilde, A., & Bruegger, P. (2021). A machine learning multi-class approach for fall detection systems based on wearable sensors with a study on sampling rates selection. *Sensors (Switzerland)*, 21(3), 1–23. <https://doi.org/10.3390/s21030938>

Prevalencia de la fibrilación auricular en pacientes posoperatorios de cirugía cardíaca.

Edisson Paul Carvajal Pulgarín, Master en Urgencias, Emergencias y Críticos en Enfermería de la Universidad Europea de Valencia y Enfermero de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Vicente Corral Moscoso en Ecuador, Azuay, Cuenca.
edisoncarvajal98@gmail.com

Recibido: 5 febrero 2024

Aceptado: 10 mayo 2024

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

No se han recibidos ningún tipo de subvención para la realización del trabajo.

No existe conflicto de intereses.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

PALABRAS CLAVE: fibrilación auricular, cirugía de revascularización miocárdica, electrocardiograma, unidad de cuidados coronarios.

RESUMEN

Introducción. La fibrilación auricular postoperatoria de nueva aparición después de una cirugía cardíaca es común, con tasas de hasta el 60%, se ha asociado con un accidente cerebrovascular temprano y tardío, pero su asociación con otros resultados cardiovasculares es menos conocida. El objetivo de este estudio fue realizar una revisión sistemática de los estudios que informaron la prevalencia de FA postoperatoria.

Material y métodos. Revisión Sistemática estructurada según el sistema PRISMA. Tras la formulación de la pregunta de investigación con el sistema PICO, se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos con tesoro "Atrial Fibrillation after cardiac surgery AND thoracic surgery". Se seleccionaron artículos en idioma castellano e inglés, especialmente publicados en los últimos 5 años. No se seleccionaron artículos de baja evidencia científica. No ha existido conflicto de intereses y el trabajo se realizó teniendo en cuenta los principios bioéticos de toda investigación.

Resultados. Se seleccionaron finalmente 12 artículos según los criterios de selección para su lectura crítica con el sistema CASPe. Cada uno de los artículos se clasificó según el autor, año de publicación, nivel de prevalencia, datos sociodemográficos y nivel de evidencia SING. los sesgos más importantes que se han presentado han sido de selección y publicación.

Conclusiones. La prevalencia de aparición de una FA en el postoperatorio oscila entre el 30% y 40% de los pacientes que se realizan una cirugía cardíaca.

INTRODUCCIÓN

La fibrilación auricular postoperatoria (POAF, por sus siglas en inglés) de nueva aparición no es benigna y afecta negativamente los resultados en los posoperatorios y aumenta su mortalidad. La POAF se relaciona con el aumento de la muerte perioperatoria, accidente cerebrovascular, insuficiencia cardíaca e insuficiencia renal aguda, por consiguiente, aumenta significativamente la duración de la estancia hospitalaria (1). Los autores en su comentario (2) también asocian a la fibrilación auricular postoperatoria con una estadía prolongada hospitalaria, lo que conlleva a mayores costos de atención médica y una mayor mortalidad después de una intervención cardíaca, existen medidas profilácticas efectivas, como los corticoesteroides y antiarrítmicos, aunque no de amplio uso, talvez por los efectos secundarios y costos de los mismos.

Dada esta situación es importante explorar nuevas mejoras en los protocolos y guías actualizadas en el manejo pre, trans y sobre todo en el postoperatorio de los pacientes sometidos a cirugías cardíacas, mediante estos conocimientos se puede valorar la mejora en la atención, por parte del personal de enfermería que trabaja en la UCI (*unidad de cuidados intensivos*) y en la UCC (*unidad de cuidados coronarios*), con el propósito de brindar una atención de calidad y calidez a través de un cuidado directo y personalizado, ya que en el ambiente de las UCI y UCC; las y los enfermeros poseen una posición de privilegio que les posibilita crear estrechas relaciones con los pacientes(3).

En la actualidad la FA es la arritmia más frecuente en el posoperatorio cuando hablamos de cirugía cardíaca. En diversos estudios se ha podido evidenciar que se asocia a comorbilidades en las que se encuentran la insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal y el embolismo sistémico; la misma que se presenta dentro de las primeras 48 horas, aumentando así los días de hospitalización y la mortalidad (4). La arteriopatía coronaria es la principal causa de mortalidad en el mundo, con una incidencia que va en aumento. Ante esto, la importancia de saber que la morbilidad y mortalidad vinculadas con la fibrilación auricular posoperatoria han permitido entender mejor el problema, ya que los efectos en el periodo posoperatorio y la calidad de vida de los usuarios son negativos (5,6). La FA postoperatoria es la despolarización caótica y desordenada de las aurículas por diferentes frentes de ondas de manera simultánea que tiene como consecuencia la pérdida de la función mecánica de la contracción auricular que se presenta entre el primer y 21 días de postoperatorio, es de origen multifactorial aunque entre los principales factores desencadenantes que se producen debido a la cirugía extracorpórea, el edema producido por la manipulación del cirujano y la ruptura y canulación de las aurículas. Estos precursores se empiezan a liberar durante el acto quirúrgico, alcanzando un pico a los 3 días, es decir a las 72 horas comienza la meseta. En el electroencefalograma se observa una ausencia de ondas P antes de cada QRS, la onda P se reemplaza por una onda f fibrilatoria que varía en tamaño, forma y tiempo caracterizada por presentar una frecuencia de 350 a 400 por minuto (23,24).

MATERIAL Y MÉTODOS

Posteriormente, se utilizó la estrategia PICO® (Population, Intervention, Comparison, Outcome) (25) para formular la pregunta y así alcanzar búsquedas focalizadas en los objetivos del trabajo. Con la ayuda de esta herramienta nos permitió obtener la mayor información basada en la evidencia con respecto al tema de estudio. Después se siguieron las recomendaciones de la guía PRISMA® (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and MetaAnalyses) que consiste en elaborar un diagrama de flujo de cuatro fases para documentar de manera transparente el porqué de la revisión y los datos encontrados (26).

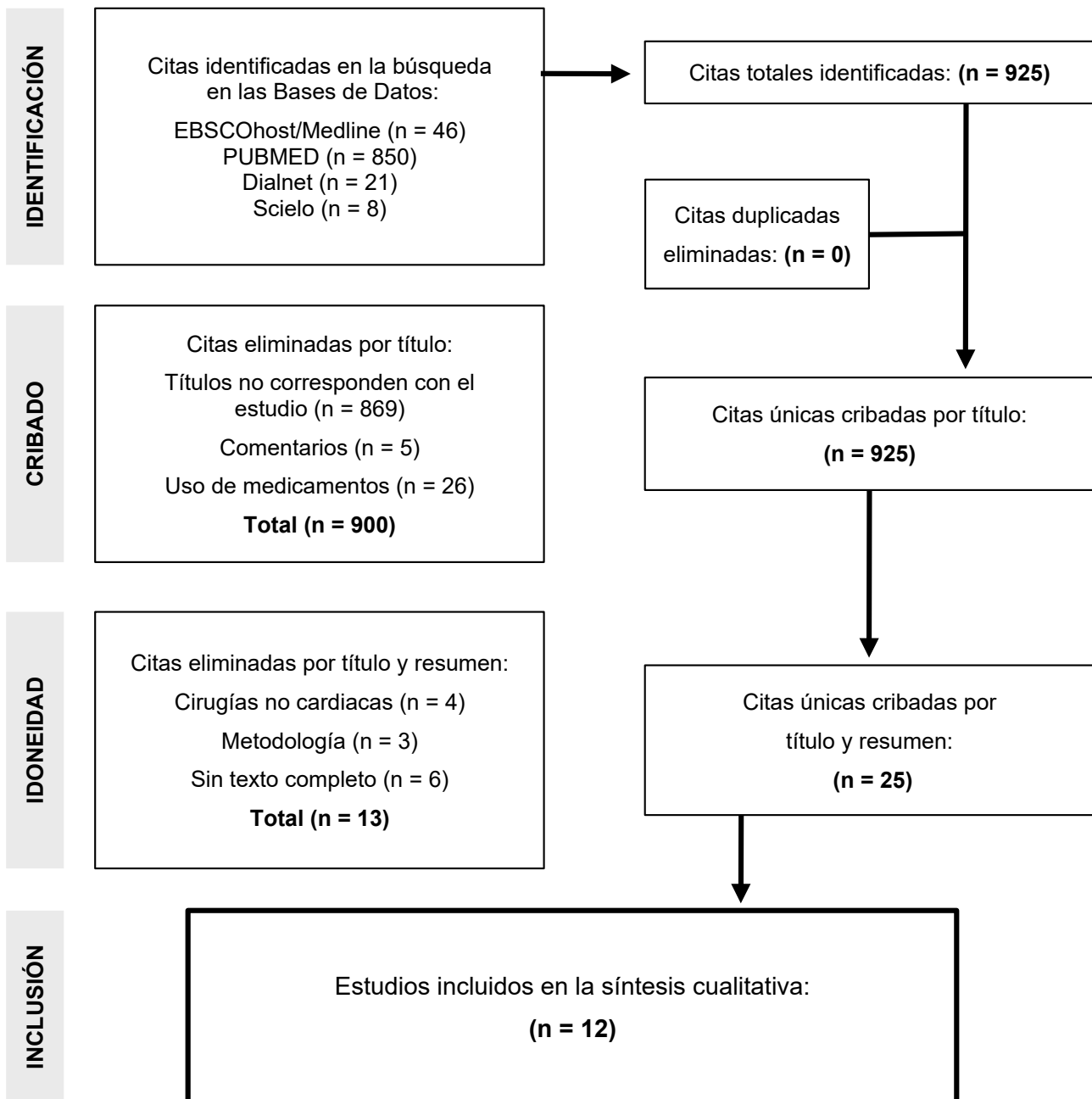
Pregunta de Investigación PICO: P.- Los pacientes sometidos a cirugía cardíaca pueden presentar diferentes arritmias en el posoperatorio, I.- Revisión bibliográfica de tipo sistemático sobre las arritmias que presentan los pacientes tras una cirugía cardíaca, en especial, la fibrilación auricular (FA), C.- No procede, O.- Se espera encontrar que la FA presente una alta prevalencia.

Inicialmente se inició la búsqueda en la base de datos de MEDLINE® vía EBSCOhost® (27). Posterior a esta se optó por PUBMED® (28) y Dialnet® (29), por último, se recurrió a la base de datos de SciELO® (30). Para la reseña y posterior estudio del contenido científico, se diseñaron estrategias de búsqueda adaptadas para cada base de datos. Primero, y en base al tema de la revisión sistemática y los objetivos formulados, se elaboraron una serie de palabras clave y Descriptores en ciencias de la Salud® (31) (DeCs). Con estos términos consultados y validados por la comunidad científica, definieron y esclarecieron los términos de búsqueda: fibrilación auricular (atrial fibrillation), después de la cirugía (after surgery), postoperatorio (postoperative period), cirugía cardíaca (cardiac surgery), cirugía torácica (thoracic surgery). Después se crearon tesauros tipo MeSH (31) (Medical Subject Heading) con la ayuda de operadores booleanos que limitaron y mejoraron nuestra búsqueda. Se utilizaron operadores como (AND, OR, NOT), mediante esta estructura se pudo crear una búsqueda sencilla y avanzada en cada base de datos.

Las estrategias de búsqueda manual se basaron sobre todo en la revisión del título y el resumen. En primer lugar, se decidió que los artículos seleccionados tras tesauro debían contener, al menos, dos descriptores de salud. Una vez realizada la primera selección, se revisaba el resumen para comprobar que el documento trataba en un porcentaje alto de sobre los objetivos planteados en el trabajo. Una vez seleccionado los artículos se realizó el cribado donde se eliminaron los artículos duplicados, además de que los títulos no correspondían al tema en estudio, artículos donde se utilizaron medicamentos perioperatorios y otros eran comentarios, en un segundo cribado se descartaron artículos que no cumplieran con una adecuada metodología, así como también los que no contaban con el texto completo. Se realizó una lectura crítica de todos y cada uno de los artículos incluidos, mediante las recomendaciones de la herramienta CasPe® (32) (Critical Appraisal Skills Programme Español), ya que el sentido común clínico es suficiente para interpretar la evidencia de lo publicado y se requiere una lectura crítica de la misma. Así también se ha trabajado con la calidad de la evidencia, se añadió el nivel de evidencia científica que correspondía a cada artículo basándose en los grados de recomendación del sistema Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN®) (33).

RESULTADOS

Para la selección de los artículos de interés se formularon varios tesauros, los mismos que se insertaron en las Bases de datos seleccionadas. De esta manera se consiguieron un total de 925 artículos. Tras realizar una primera revisión no se detectaron duplicados quedándonos los mismos 925. Posteriormente de estos se realizó el primer cribado, en donde en primer lugar, se examinaron los artículos según su título y se eliminaron 869; en segundo lugar, se separaron 13 artículos según su título y resumen, considerando los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el estudio. Los artículos eliminados sumaban 913, por lo cual se obtuvo un recuento total de 12 artículos para el análisis cualitativo de la Revisión Sistemática. Se refleja el proceso de selección de los artículos a través del diagrama de flujo sugerido por la guía PRISMA®.



Proceso de selección de artículos. (Fuente: Elaboración propia)

Los estudios seleccionados para nuestra investigación se realizaron en 11 países diferentes de 4 continentes; del continente americano participaron EEUU con 2 artículos, Cuba y Argentina con uno cada país; por el lado europeo están con 1 artículo cada uno de estos países: Países Bajos, Austria, Alemania y Reino Unido; Corea del Sur y Japón por Asia con 1 artículo cada país y por último Australia de Oceanía también con 1 artículo, hay 1 estudio que se realizó en colaboración de 3 países (EEUU; Italia y Argentina).

En relación con la tipología de estudio, podemos concluir que la gran mayoría son estudios de cohorte con el 75%; seguido de metaanálisis con 16,7%. Los estudios con menor incidencia que corresponde al 8,3% tenemos los ensayos clínicos aleatorizados.

Los niveles de evidencia SIGN® también han sido diferentes en función de la tipología de los estudios en nuestra revisión sistemática. Con un 41,7% predominan los estudios con un SIGN® 2++, que son “revisiones sistemáticas de alta calidad de casos y controles o cohortes o estudios de alta calidad, con muy bajo riesgo de confusión, sesgos o azar y una alta probabilidad de que la relación sea causal”. Con un 33,3% están los estudios con un SIGN® de 2+ “estudios de cohorte o de casos y controles bien realizados con un bajo riesgo de confusión o sesgo y una probabilidad moderada de que la relación sea causal”, seguidos con un 16,7% por los estudios 1++ “metanálisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ECA o ECA con muy bajo riesgo de sesgo. En este caso cabe resaltar, que el 58% de los estudios seleccionados poseen un nivel alto de evidencia científica, en una oscilación de SIGN entre 1++ y el 2++.

De los diferentes artículos encontrados, se ha podido extraer diferente información cuantitativa respecto a la prevalencia de la fibrilación auricular postoperatoria, para esto se han tomado los datos expresados en los autores y se ha sacado una media que es de 32,83%.

En la bibliografía consultada, se puede analizar los diferentes factores desencadenantes que mencionan los autores en sus estudios; en los artículos de Burgos LM. et al. (36) y de Benedetto U. et al. (41) no establecen claramente algún factor específico.

Dentro de los datos obtenidos de cada estudio, en todos se utilizó una edad (media). Se procedió a realizar una tabla de contingencia donde se evidencia que la investigación de Katuska GN. et al. (43) posee el rango inferior de edad media con 46.9 años, mientras tanto que Ehrlich MP. et al. (38) refleja un rango alto con 75.5 años. Finalmente se procedió a obtener una media de edad que fue de 68.8 años.

Continuando con las características sociodemográficas según el sexo, en la mayoría de los artículos se ha evidenciado que la FA postoperatoria se presenta con mayor incidencia en el sexo masculino, exceptuando el estudio de Kawczynski MJ. et al. (35) en donde el sexo femenino obtuvo un porcentaje de 52,7%.

DISCUSIÓN

La FA es la arritmia cardíaca de mayor incidencia en la población adulta, y ayuda en una gran medida a la morbimortalidad cardiovascular. Una de las causas de la FA es la cirugía cardíaca, siendo así la fibrilación auricular postoperatoria es frecuente con una incidencia de 30 a 40% (44).

De acuerdo con los estudios realizados en diferentes países los índices de prevalencia de la FA postoperatoria varía en los resultados obtenidos ya sea por la cantidad de la muestra o el tipo de metodología. Los autores Bening C. et al. (40) y Katuska GN. et al. (43), expusieron sus casos en los cuales en el primer estudio evaluaron a 239 pacientes en el periodo de dos años obteniendo un resultado de 16,5% de prevalencia de FA postoperatoria en comparación del segundo estudio donde la muestra fue de 139 pacientes evaluados en el periodo de 8 años donde la FA postoperatoria se evidenció en el 18,4% de los casos; podemos observar que el tamaño de la muestra y el periodo de evaluación varía con un margen medianamente alto, pero el nivel de prevalencia que demuestra refleja algo de similitud, sin embargo sigue estando muy por debajo de lo que reflejan los diferentes estudios.

Kawczynski MJ. et al. (35), mostraron una prevalencia del 33,7% con una muestra de estudio mucho más alta (20.201) en comparación a los anteriores autores. Así también Amar T. et al. (42) en su estudio obtuvieron una prevalencia muy similar (30%), y dentro del rango que delimitan las nuevas referencias que es del 30 a 40% (44). Parece posible que estos resultados similares se daban al tamaño de la muestra que en estos estudios supera los veinte mil y el periodo de estudio es igual en los dos casos (8 años).

A diferencia es otros estudios donde la prevalencia de la FA postoperatoria se presentó en el 100% de los casos estudiados que contó con una muestra de tan solo 10 pacientes que se evaluaron en el periodo de un año y que presentaron FA postoperatoria entre el día 2 y el 60 tal y como lo mencionan en su investigación Ehrlich MP. et al. (38). Se puede observar los valores como están fuera de la media de los demás estudios, partiendo de los hallazgos de la revisión literaria consultada.

En España se realizó un estudio en el año 2007 donde participaron un total de 102 pacientes, tal solo 23 presentaron fibrilación auricular tras una intervención cardíaca, es decir una prevalencia del 23% (45), esta prevalencia se asemeja al estudio de Kertai MD. et al. (34) y Benedetto U. et al. (41), que en sus resultados reflejan una prevalencia del 24,7% y 24,3% respectivamente, cabe mencionar que las muestras de estudio fueron totalmente diferentes, pero oscilan dentro del rango de 1000 a 3000 pacientes en estudio. Con todos estos resultados y las revisiones literarias consultadas se podría plantear el rango en el cual la fibrilación auricular postoperatoria se desarrolla en la mayoría de los casos, es decir entre el 20 y 40% de los pacientes que se someten a una cirugía cardíaca presenta FA postoperatoria.

En el caso de Fibrilación auricular postoperatoria (46), consideran algunos factores predictores como edad, sexo, medidas de la aurícula izquierda. Así también, en el estudio de Epidemiología y nuevos predictores de la FA postoperatoria (45) mencionan la edad, sexo, antecedentes previos de FA, y fracción de eyección del ventrículo izquierdo como factores desencadenantes de la fibrilación auricular postoperatoria, llegando así a los mismo predictores en común.

No se ha podido evidenciar similitud alguna con otros factores, ya que los diferentes estudios revelan diversos predictores de FA postoperatoria, empezando por el factor genético en el que menciona Kertai MD. et al. (34) en donde validaron un marcador genético en comparación a los factores de riesgo clínicos convencionales, dentro de este ámbito la investigación desarrollada por Ehrlich MP. et al. (38), aborda también el tema de la genética, pero mucho más a fondo en las células miocárdicas ya que sufre alteraciones del sustrato auricular y disfunción mitocondrial lo que provoca FA. La insuficiencia cardíaca se presentó como factor en los estudios de Woldendorp K. et al. (37) y Amar T. et al. (42), en

los cuales se aplicó un modelo CHA₂DS₂VASc que es una herramienta de estratificación de riesgo para la predicción de una nueva FA después de la cirugía cardíaca.

Respecto a la edad de los pacientes que presentan FA postoperatoria la mayoría son de edad avanzada. Tulio Caldonazo. et. al (47), en su revisión señala que la edad media osciló entre 54,6 y 77,4 años, pero no define un porcentaje de incidencia acerca del sexo. Siguiendo esta línea, Miklos D et. al (34) en su estudio obtuvo una edad media muy similar a la anterior que oscila 55,6 – 71,6 años con una mediana de 63,9, éste si habla sobre la prevalencia del sexo en donde con un 39% de pacientes que presentan FA postoperatoria son de sexo femenino. En los trabajos, las edades son dispares, pero un factor común es que todos los participantes son de edad avanzada. Partiendo de esto la investigación de Katuska GN. et al. (43) refleja la edad media más baja en comparación a los demás autores con una media de 46,9 años, con una diferencia muy significativa con el valor de la revisión literaria. Así mismo tenemos un valor de edad media alta en comparación al estudio de Miklos D et. al (34), ya que refleja la edad media de 75,5 años, muy por fuera del rango de dicho estudio. El resto de los estudios están dentro del rango de edad media que puntúa Tulio Caldonazo. et. al (47), el valor de media que más se acerca es de Benedetto U. et al. (41) con una edad media de 66,4 años.

Continuando con las características sociodemográficas según el sexo como menciona en su investigación Miklos D et. al (34), el sexo femenino tan solo represento el 39% de los pacientes con FA postoperatoria, esto quiere decir que el sexo masculino tiene una mayor predisposición para desarrollar fibrilación auricular en el postoperatorio. Cabe destacar que existe 2 excepciones como es el caso del estudio de Kawczynski MJ. et al. (35), en donde el sexo femenino fue mayoritario con un 52,7%, un valor algo similar se demostró en el estudio de Ehrlich MP. et al. (38), en el cual el sexo femenino y masculino obtuvieron un 50%, es decir de todos los 10 pacientes que participaron en el estudio, 5 fueron mujeres y 5 fueron hombres. Ante esta situación, en siete estudios el sexo masculino presentó más de un 70% de prevalencia en comparación al femenino que no alcanza ni el 30%.

Limitaciones del estudio

Debido al grado de complejidad que conlleva una Revisión Sistemática empezando por los sesgos, como también la cantidad de información poco concluyente o imposible encontrada han producido un problema en la hora de tomar decisiones en la elección y agrupación de los artículos encontrados. Sin duda, se aprende investigando, y a pasar de tener una buena base teórica, en la práctica cuando se han podido evidenciar problemas y mejoras en la revisión.

Futuras líneas de investigación

Como líneas futuras a realizar ensayos clínicos aleatorizados sobre la FA postoperatoria, ayudaría a aportar los conocimientos suficientes para actualizar los procedimientos y guías clínicas para un mejor manejo y abordaje a los pacientes que se someten a cirugías cardíacas.

CONCLUSIONES

Se ha evidenciado la prevalencia que presenta la fibrilación auricular en el contexto de pacientes posoperados de cirugía cardíaca siendo del 32,83% siendo una tasa de incidencia media baja, ya que es la arritmia más común que se presenta en el postoperatorio, ya sea este en el área de cuidados intensivos o cuidados coronarios, presentándose en la mayoría de los casos en el segundo día hasta el día 60, esto conlleva al aumento en el tiempo de estadía, costos y por ende aumenta el riesgo de mortalidad de los pacientes que en la mayoría de los casos presentan un ACV tiempo después de haberse sometido a cirugía cardíaca.

Se ha definido el factor desencadenante de la fibrilación auricular siendo de un origen multifactorial, ya que aún no existe un factor específico que desarrolle la fibrilación auricular postoperatoria, se mencionan varios factores, pasando por el factor genético y celular del corazón, como un factor predisponente también está la insuficiencia cardíaca, como a nivel estructural del corazón izquierdo la disfuncionalidad del ventrículo izquierdo y la reducción de la contractilidad de la aurícula izquierda; independientemente o de manera conjunta todos estos factores ayudan a la aparición de la FA en el postoperatorio.

Se describen las características sociodemográficas, especialmente la edad y sexo de los pacientes intervenidos de cirugía cardíaca siendo su perfil los pacientes de edad avanzada, es decir adultos mayores, ya que por su edad existe un mayor envejecimiento de las células cardíacas lo que conlleva a una inadecuada funcionalidad del músculo cardíaco, en relación al sexo se relaciona mayormente con los pacientes de género masculino en una relación 3 a 1 con el género femenino.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hussain ST, Kalimi R. Commentary: Atrial fibrillation after cardiac surgery: More than just a nuisance! *J Thorac Cardiovasc Surg.* enero de 2023;165(1):106-7.
2. Eikelboom R, Arora RC. Commentary: Getting to the heart of postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* febrero de 2020;159(2):524-5.
3. González-Rincón M, Díaz De Herrera-Marchal P, Martínez-Martín ML. Rol de la enfermera en el cuidado al final de la vida del paciente crítico. *Enferm Intensiva.* abril de 2019;30(2):78-91.
4. Akintoye E, Sellke F, Marchioli R, Tavazzi L, Mozaffarian D. Factors associated with postoperative atrial fibrillation and other adverse events after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* enero de 2018;155(1):242.
5. Muehlschlegel SK and BO and JD. A Wolf in Sheep's Skin? Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery and the Risk of Stroke and Mortality | EndNote Click [Internet]. [citado 27 de abril de 2023]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34518104/>
6. Choi HJ, Seo EJ, Choi JS, Oh SJ, Son YJ. Perioperative risk factors for newonset postoperative atrial fibrillation among patients after isolated coronary artery bypass grafting: A retrospective study. *J Adv Nurs.* mayo de 2022;78(5):1317-26.
7. Arritmia - ¿Qué es una arritmia? | NHLBI, NIH [Internet]. 2022 [citado 1 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/arritmias>
8. Montes-Santiago J, Rodil V, Formiga F, Cepeda JM, Urrutia A. Características y costes de los pacientes ingresados por arritmias cardíacas en España. *Rev Clínica Esp.* junio de 2013;213(5):235-9.
9. Papadopoulos CH, Oikonomidis D, Lazaris E, Nihoyannopoulos P. Echocardiography and cardiac arrhythmias. *Hellenic J Cardiol.* mayo de 2018;59(3):140-9.
10. Arce DTA. Qué es una arritmia y cómo funciona un marcapasos.
11. Arritmias cardíacas y su tratamiento [Internet]. [citado 1 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13023366>
12. Sanamé FAR, Molina BN, Rodríguez KJ. Fibrilación auricular. Panorámica sobre un tema actualizado.
13. Pava-Molano LF, Perafán-Bautista PE. Generalidades de la fibrilación auricular. *Rev Colomb Cardiol.* diciembre de 2016;23:5-8.
14. Ziv O, Choudhary G. Atrial Fibrillation. *Prim Care Clin Off Pract.* diciembre de 2005;32(4):1083-107.
15. Fauchier L, Philippart R, Clementy N, Bourguignon T, Angoulvant D, Ivanes F, et al. How to define valvular atrial fibrillation? *Arch Cardiovasc Dis.* octubre de 2015;108(10):530-9.
16. JUAREZ O. ACTIVUIDAD ELECTRICA DEL CORAZON. 2001. VII(10).
17. Morales-Aguilar M, García-de-Jesús CE. Sistema de conducción cardíaca. *TEPEXI Bol Científico Esc Super Tepeji Río.* 5 de enero de 2020;7(13):25-6.
18. md093d.pdf [Internet]. [citado 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmed/md-2009/md093d.pdf>
19. Baeza-Herrera LA, Rojas-Velasco G, Márquez-Murillo MF, Portillo-Romero ADR, Medina-Paz L, Álvarez-Álvarez RJ, et al. Fibrilación auricular en cirugía cardíaca. *Arch Cardiol México.* 19 de marzo de 2020;89(4):2718.
20. Fibrilación auricular posoperatoria ¿Un lobo con piel de cordero? *Rev Urug Cardiol [Internet].* 11 de noviembre de 2020 [citado 12 de mayo de 2023];35(5). Disponible en: <http://suc.org.uy/sites/default/files/2020-11/a21-391-441.pdf>

21. Guía ESC 2020 sobre el diagnóstico y tratamiento de la fibrilación auricular, desarrollada en colaboración de la European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) [Internet]. [citado 12 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-pdf-S0300893220306953>
22. Caldonazo T, Kirov H, Rahouma M, Robinson NB, Demetres M, Gaudino M, et al. Atrial fibrillation after cardiac surgery: A systematic review and metaanalysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* enero de 2023;165(1):94-103.e24.
23. Luna-Ortiz P, Martínez-Rosas M. Fibrilación auricular después de cirugía cardíaca. 2012;(1).
24. Rosales ER, Hernández A de A, Castro FV, Pérez LIA, Dupeirón OV. Fibrilación auricular post operatoria: Enunciación de un concepto.
25. Navarro-Mateu F, García-Sancho JCM. Formulación de preguntas clínicas e introducción a la estrategia de búsqueda de información.
26. Listas guía de comprobación de revisiones sistemáticas y metaanálisis: declaración PRISMA [Internet]. [citado 4 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://evidenciasenpediatria.es/articulo/5902/listas-guia-de-comprobacionde-revisiones-sistematicas-y-metaanalisis-declaracion-prisma>
27. Búsqueda básica: EBSCOhost [Internet]. [citado 14 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=7a362143-61ab-45ce-8ef3-818867f9cb07%40redis>
28. PubMed [Internet]. PubMed. [citado 14 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
29. Dialnet [Internet]. Dialnet. [citado 14 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>
30. Búsqueda | SciELO [Internet]. [citado 14 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://search.scielo.org/?lang=es&count=15&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1&q=atriall+fibrillation+after+cardiac+surgery>
31. Alves B/ O/ OM. DeCS – Descriptores em Ciências da Saúde [Internet]. [citado 14 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://decs.bvsalud.org/es/>
32. Materiales – Redcaspe [Internet]. [citado 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://redcaspe.org/materiales/>
33. sign_grading_system_1999_2012.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.sign.ac.uk/assets/sign_grading_system_1999_2012.pdf
34. Kertai MD, Mosley JD, He J, Ramakrishnan A, Abdelmalak MJ, Hong Y, et al. Predictive Accuracy of a Polygenic Risk Score for Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery. *Circ Genomic Precis Med.* abril de 2021;14(2):e003269.
35. Kawczynski MJ, Van De Walle S, Maesen B, Isaacs A, Zeemering S, Hermans B, et al. Preoperative P-wave parameters and risk of atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis of 20 201 patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 9 de septiembre de 2022;35(4):ivac220.
36. Burgos LM, Ramírez AG, Seoane L, Furmento JF, Costabel JP, Diez M, et al. New combined risk score to predict atrial fibrillation after cardiac surgery: COM-AF. *Ann Card Anaesth.* octubre de 2021;24(4):458-63.
37. Woldendorp K, Farag J, Khadra S, Black D, Robinson B, Bannon P. Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg.* diciembre de 2021;112(6):2084-93.

38. Ehrlich MP, Osorio-Jaramillo E, Aref T, Coti I, Andreas M, Laufer G, et al. Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: Electrophysiological Mechanism and Outcome. *Ann Thorac Surg.* junio de 2020;109(6):1765-72.
39. Kogo H, Sezai A, Osaka S, Shiono M, Tanaka M. Does Epicardial Adipose Tissue Influence Postoperative Atrial Fibrillation? *Ann Thorac Cardiovasc Surg Off J Assoc Thorac Cardiovasc Surg Asia.* 20 de junio de 2019;25(3):149-57.
40. Bening C, Mazalu EA, Yaqub J, Alhussini K, Glanowski M, Kottmann T, et al. Atrial contractility and fibrotic biomarkers are associated with atrial fibrillation after elective coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* febrero de 2020;159(2):515-23.
41. Benedetto U, Gaudino MF, Dimagli A, Gerry S, Gray A, Lees B, et al. Postoperative Atrial Fibrillation and Long-Term Risk of Stroke After Isolated Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation.* 6 de octubre de 2020;142(14):1320-9.
42. Amar D, Zhang H, Chung MK, Tan KS, Desiderio D, Park BJ, et al. Amiodarone with or without N-Acetylcysteine for the Prevention of Atrial Fibrillation after Thoracic Surgery: A Double-blind, Randomized Trial. *Anesthesiology.* 1 de junio de 2022;136(6):916-26.
43. Gómez Núñez K, Hechavarría Pouymiro S, Pérez López H, Arazoza Hernández A de, Nápoles Sierra I. Fibrilación Auricular post operatoria en cirugía valvular. *Rev Cuba Cardiol Cir Cardiovasc.* 2020;26(3):4.
44. manejo_evolucion_fibrilacion_auricular.pdf.
45. Arribas-Leal JM, Pascual-Figal DA, Tornel-Osorio PL, Gutiérrez-García F, García-Puente Del Corral JJ, Ray-López VG, et al. Epidemiología y nuevos predictores de la fibrilación auricular tras cirugía coronaria. *Rev Esp Cardiol.* agosto de 2007;60(8):841-7.
46. Rodríguez Rosales E, Arazoza Hernández A de, Vázquez Castro F, Aldama Pérez L, Dupeirón O. Fibrilación auricular post operatoria: Enunciación de un concepto. *Rev Médicas UIS.* 2014;27(2):12.
47. Caldonazo T, Kirov H, Rahouma M, Robinson NB, Demetres M, Gaudino M, et al. Atrial fibrillation after cardiac surgery: A systematic review and metaanalysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* enero de 2023;165(1):94.

Prevalence of atrial fibrillation in postoperative cardiac surgery patients.

Edisson Paul Carvajal Pulgarín, Master's degree in Casualties, Emergencies and Critical Illness in the Nursing Department of the European University of Valencia and a Nurse in the Intensive Care Unit at the Hospital Vicente Corral Moscoso in Ecuador, Azuay, Cuenca.
edisoncarvajal98@gmail.com

Received: February 5, 2024

Accepted: May 10, 2024

AUTHOR CONTRIBUTIONS

No subsidies have been received for this study.

There are no conflicts of interest.

All authors have read and accepted the published version of the manuscript.

KEY WORDS: atrial fibrillation, myocardial revascularisation surgery, electrocardiogram, coronary care unit.

ABSTRACT

Introduction. New-onset postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery is common, with rates of up to 60%, and has been associated with early and late strokes, but its association with other cardiovascular outcomes is less well known. The aim of this study is to perform a systematic review of studies reporting the prevalence of postoperative AF.

Material and methods. Systematic review structured according to the PRISMA system. After formulating the research question with the PICO system, a search was carried out in different databases for "*Atrial Fibrillation after cardiac surgery AND thoracic surgery*". Articles in both Spanish and English were selected, especially those published in the last 5 years. Articles with low scientific evidence were not selected. There was no conflict of interest and the work was carried out taking into account the bioethical principles of all research.

Results. In the end twelve articles were selected in accordance with election criteria for critical reading with the CASPe system. Each of the articles was classified according to author, year of publication, level of prevalence, socio-demographic data and level of SING evidence. The main biases that occurred were selection and publication biases.

Conclusions. The prevalence of postoperative AF is between 30% and 40% of patients undergoing cardiac surgery.

INTRODUCTION

New-onset postoperative atrial fibrillation (POAF) is not benign and negatively affects postoperative outcomes and increases mortality. POAF is associated with increased perioperative death, strokes, heart failure and acute renal failure, thereby significantly increasing the length of hospital stay (1). The authors in their commentary (2) also associate postoperative atrial fibrillation with prolonged hospital stay, leading to higher health care costs and increased mortality after cardiac surgery. Effective prophylactic measures exist, such as corticosteroids and antiarrhythmics, although they are not widely used, perhaps because of their side effects and costs.

Given this situation, it is necessary to explore new improvements in the protocols and updated guidelines in the preoperative, trans and especially postoperative management of patients undergoing cardiac surgery. With this knowledge it is possible to assess the improvement in care by the nursing staff working in the ICU (*intensive care unit*) and CCU (*coronary care unit*), in order to provide quality care and warmth through direct and personalised care, since in the environment of the ICU and CCU, nurses are in a privileged position that allows them to create close relationships with patients(3).

AF is currently the most frequent arrhythmia in the postoperative period when it comes to cardiac surgery. Several studies have shown that it is associated with comorbidities such as heart failure, renal failure and systemic embolism; it occurs within the first 48 hours, increasing time in hospital and mortality (4). Coronary artery disease is the leading cause of mortality worldwide, with an increasing incidence. Under these circumstances, the importance of being aware of the morbidity and mortality associated with postoperative atrial fibrillation has led to a better understanding of the problem, as the effects on the postoperative period and the quality of life of users are negative (5, 6). Postoperative AF is the chaotic and disordered depolarisation of the atria by different wave fronts simultaneously resulting in the loss of mechanical function of atrial contraction that occurs between the first and twenty-first days postoperatively. It is multifactorial in origin although among the main triggering factors that occur due to extracorporeal surgery are oedema produced by the surgeon's manipulation and the rupture and cannulation of the atria. These precursors are first released during surgery, reaching a peak after 3 days, i.e. the plateau begins 72 hours later. The electroencephalogram shows an absence of P waves before each QRS, the P wave is replaced by a fibrillatory f wave that varies in size, shape and time and is characterised by a frequency of 350 to 400 per minute (23, 24).

MATERIAL AND METHODS

Subsequently, the PICO® (Population, Intervention, Comparison, Outcome) strategy (25) was used to formulate the question and thus achieve searches focused on the target of the study. With the help of this tool we were able to obtain the greatest evidence-based information regarding the topic of study. We then followed the recommendations of the PRISMA® (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and MetaAnalyses) guideline, which consists of producing a four-phase flow chart to document the rationale for the review and the data found in a transparent manner (26).

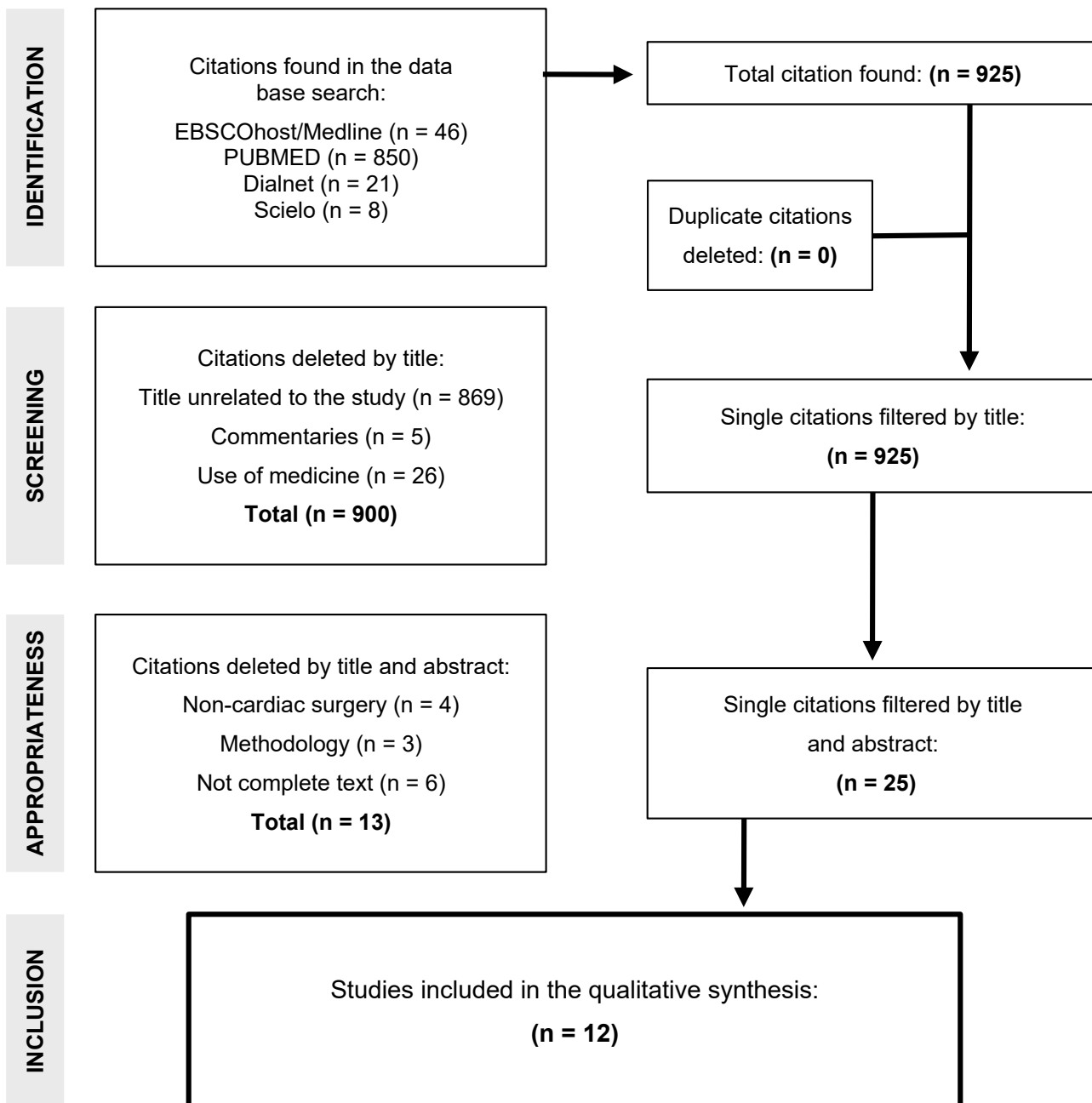
Research question (PICO): Q - Patients undergoing cardiac surgery may present different arrhythmias in the postoperative period, I - Systematic literature review on the arrhythmias presented by patients after cardiac surgery, especially atrial fibrillation (AF), C - Not applicable, O - AF is expected to have a high prevalence.

The search began in the MEDLINE® database via EBSCOhost® (27). This was followed by PUBMED® (28) and Dialnet® (29), and finally the SciELO® database (30). For the review and subsequent study of the scientific content, search strategies adapted to each database were designed. Firstly, based on the subject of the systematic review and the targets formulated, a series of keywords and Descriptors in Health Sciences® (31) (DeCs) were drawn up. When these terms had been consulted and validated by the scientific community, they then defined and clarified the search terms: atrial fibrillation, after surgery, postoperative period, cardiac surgery and thoracic surgery. MeSH (31) (Medical Subject Heading) terms were then created with the help of Boolean operators that limited and improved our search. Operators such as (AND, OR, NOT) were used, and with this structure we were able to create a simple and advanced search in each database.

The manual search strategies were mainly based on the review of the title and abstract. Firstly, it was decided that the articles selected from the terms should contain at least two health descriptors. Once the first selection had been made, the abstract was reviewed to check that the document dealt with a high percentage of the targets set forth in the paper. Once the articles had been selected, a screening process was carried out to eliminate duplicate articles, as well as articles whose titles were not related to the topic under study, articles where perioperative drugs were used and others that were just commentaries; in a second screening process, articles that did not evidence an appropriate methodology were discarded, as were those that did not have the full text. A critical reading of each and every one of the articles included was carried out, using the recommendations of the CasPe® tool (32) (Critical Appraisal Skills Programme Spanish), since clinical common sense is sufficient to interpret the evidence of what has been published and a critical reading of the same is required. We also worked with the quality of the evidence, adding the level of scientific evidence corresponding to each article based on the grades of recommendation of the Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN®) system (33).

RESULTS

For the selection of the articles, several different search terms were used and inserted into the databases selected. This resulted in a total of 925 articles. After a first review, no duplicates were detected, so there were still 925. Subsequently, the first screening was carried out, in which the articles were first examined according to their title and 869 were eliminated; secondly, 13 articles were separated according to their title and abstract, considering the inclusion and exclusion criteria established in the study. The articles eliminated totalled 913, resulting in a total count of 12 articles for the qualitative analysis of the Systematic Review. The article selection process is reflected in the flow chart suggested by the PRISMA® guide.



Article selection process (Source: Designed in-house)

The studies selected for our research were carried out in 11 different countries from 4 continents; from America there were two articles from the USA, and one each from Cuba and Argentina; from Europe there was one article each from the Netherlands, Austria, Germany and the United Kingdom; South Korea and Japan from Asia with 1 article each and finally Australia, from Oceania, also with 1 article. There was one study that was carried out by three different countries (USA, Italy and Argentina).

In relation to the type of study, the vast majority are cohort studies, at 75%, followed by meta-analyses at 16.7%. The studies with the lowest incidence (8.3%) are randomised clinical trials.

The SIGN® levels of evidence also differed according to the type of studies in our systematic review. At 41.7%, studies with a SIGN® 2++ predominate; these are “high-quality systematic reviews of case-control or cohort or high-quality studies, with very low risk of confusion, bias or chance and a high probability that the relationship is causal”. 33.3% were studies with a SIGN® of 2+; “well-conducted cohort or case-control studies with a low risk of confusion or bias and a moderate probability that the relationship is causal”, followed by 16.7% 1++ studies; “high-quality meta-analyses, systematic reviews of RCTs or RCTs with a very low risk of bias”. In this case it should be noted that 58% of the studies selected boast a high level of scientific evidence, with a SIGN range between 1++ and 2++.

From the different articles found, it was possible to extract different quantitative information regarding the prevalence of postoperative atrial fibrillation, for which the data expressed by the authors has been taken and an average of 32.83% was obtained.

In the bibliography consulted, the different triggering factors mentioned by the authors in their studies can be analysed; the articles by L.M. Burgos et al. (36) and U. Benedetto et al. (41) do not clearly establish any specific factor.

Within the data obtained from each study, an age (mean) was used in all of them. A contingency table was designed where it is evident that the research by G.N. Katuska et al. (43) has the lowest range of mean age at 46.9, while M.P. Ehrlich et al. (38) reflects a high range of 75.5. Finally, a mean age of 68.8 was obtained.

Still with the socio-demographic characteristics according to sex, most of the articles have shown that postoperative AF occurs with a higher incidence in the male sex, except for the study by M.J. Kawczynski et al. (35) in which the female sex obtained a percentage of 52.7%.

DISCUSSION

AF is the most common cardiac arrhythmia in the adult population, and contributes greatly to cardiovascular morbidity and mortality. One of the causes of AF is cardiac surgery, after which postoperative atrial fibrillation is common, showing an incidence of 30-40% (44).

According to studies conducted in different countries, the prevalence rates of postoperative AF vary in the results obtained either because of the sample size or the type of methodology. The authors C. Bening et al. (40) and G.N. Katuska et al. (43) presented their cases in which the first study evaluated 239 patients over a period of two years, obtaining a result of 16.5% prevalence of postoperative AF compared to the second study where the sample was 139 patients evaluated over a period of 8 years, where postoperative AF was evident in 18.4% of cases. We can see that the sample size and the evaluation period varies with a medium high margin, but the level of prevalence shows some similarity; it is, however, still well below what is reflected in the different studies.

M.J. Kawczynski et al. (35) showed a prevalence of 33.7% with a much higher study sample (20,201) compared to the previous authors. Likewise, the study by T. Amar et al. (42) obtained a very similar prevalence (30%), and within the range delimited by the new references, which is 30-40% (44). It seems possible that these similar results were due to the sample size, which in these studies exceeds twenty thousand and the study period was the same in both cases (8 years).

In contrast to other studies where the prevalence of postoperative AF was present in 100% of the cases studied, there was a sample of only 10 patients who were evaluated over a period of one year and who presented with postoperative AF between day 2 and 60 as mentioned in the research by M.P. Ehrlich et al. (38). It can be seen that the values lie outside the mean of the other studies, based on the findings of the literature review consulted.

A study was conducted in Spain in 2007 involving a total of 102 patients, only 23 of whom presented atrial fibrillation after cardiac surgery, i.e. a prevalence of 23% (45). This prevalence is similar to the study by M.D. Kertai et al. (34) and U. Benedetto et al. (41), whose results reflect a prevalence of 24.7% and 24.3% respectively; the study samples were completely different, ranging from 1000 to 3000 patients under study. With all these results and the literature reviews consulted, the range in which postoperative atrial fibrillation develops in the majority of cases, i.e. between 20 and 40% of patients undergoing cardiac surgery have postoperative AF, could be suggested.

In the case of postoperative atrial fibrillation (46), they consider certain predictors such as age, sex and left atrial measurements. Likewise, in the study on Epidemiology and new predictors of postoperative AF (45) they mention age, sex, previous history of AF, and left ventricular ejection fraction as triggering factors for postoperative atrial fibrillation, thus arriving at the same predictors.

No similarity with other factors has been found, as different studies reveal various different predictors of postoperative AF, starting with the genetic factor mentioned by M.D. Kertai et al. (34), where they validated a genetic marker in comparison with conventional clinical risk factors. Within this field the research carried out by M.P. Ehrlich et al. (38) also addresses the issue of genetics, but much more in depth in myocardial cells as it suffers alterations of the atrial substrate and mitochondrial dysfunction which causes AF. Heart failure was presented as a factor in the studies of K. Woldendorp et al. (37) and T. Amar et al. (42), in which a CHA₂DS₂VASc model was applied; this is a risk stratification tool for the prediction of new AF after cardiac surgery.

Regarding the age of patients presenting postoperative AF, the majority are old. Tulio Caldonazo et al. (47) state in their review that the mean age ranged from 54.6 to 77.4, but do not define a percentage incidence rate for gender. Following this line, the study by D. Miklos et al. (34) obtained a mean age very similar to the previous one, ranging from 55.6 - 71.6 with a median of 63.9, but he does talk about the prevalence of sex, where 39% of patients presenting postoperative AF are female. In the papers,

the ages are disparate, but a common factor is that all participants are elderly. On this basis the research by G.N. Katiuska et al. (43) reflects the lowest mean age compared to the other authors, with a mean of 46.9; a significant difference from the value of the literature review. We also have a high mean age value compared to the study by D. Miklos et al. (34), as it reflects a mean age of 75.5, well outside the range of said study. The other studies fall within the range of mean age as scored by Tulio Caldonazo et al. (47); the closest mean value is U. Benedetto et al. (41) with a mean age of 66.4.

Still with the socio-demographic characteristics according to sex, as mentioned in D. Miklos et al. (34), the female sex accounted for only 39% of the patients with postoperative AF, which means that the male sex has a greater predisposition to develop atrial fibrillation in the postoperative period. It is worth noting that there are two exceptions – the study by M.J. Kawczynski et al. (35), where the female sex was in the majority at 52.7%, while a somewhat similar value was shown in the study by M.P. Ehrlich et al. (38), in which the female and male sexes accounted for 50% each, i.e. out of the 10 patients who took part in the study, 5 were female and 5 were male. In this situation, in seven studies, the male sex had a prevalence of more than 70% compared to the female sex, which did not even reach 30%.

Limitations of the study

Due to the degree of complexity involved in a Systematic Review, starting with the biases, as well as the amount of inconclusive or impossible information found, there were certain problems when making decisions on the choice and grouping of the articles found. Undoubtedly, one learns by researching, and despite having a good theoretical basis, in practice problems and improvements in the review became evident.

Future lines of research

As future lines for randomised clinical trials on postoperative AF, it would help to provide sufficient knowledge to update procedures and clinical guidelines for a better management and approach to patients undergoing cardiac surgery.

CONCLUSIONS

The prevalence of atrial fibrillation in the context of postoperative cardiac surgery patients has been shown to be 32.83%, a low average incidence rate, since it is the most common arrhythmia that occurs in the postoperative period, whether in the intensive care or coronary care area. This leads to an increase in the length of stay, costs and therefore increases the risk of mortality in patients who in most cases have a stroke some time after undergoing cardiac surgery.

The triggering factor for atrial fibrillation has been defined as being multifactorial in origin, as there is still no specific factor that develops postoperative atrial fibrillation. Several factors are mentioned, including genetic and cellular factors of the heart, as well as heart failure as a predisposing factor, and at the structural level of the left heart, dysfunction of the left ventricle and reduced contractility of the left atrium; independently or together all these factors contribute to the development of AF in the postoperative period.

The socio-demographic characteristics are described, especially the age and sex of the patients who underwent cardiac surgery, with the profile being that of elderly patients, i.e. older adults, since due to their age there is a greater ageing of the cardiac cells, which leads to inadequate functionality of the cardiac muscle; in relation to sex, it is mostly related to male patients in a 3 to 1 ratio over the female gender.

BIBLIOGRAPHY

1. Hussain ST, Kalimi R. Commentary: Atrial fibrillation after cardiac surgery: More than just a nuisance! *J Thorac Cardiovasc Surg.* January 2023;165(1):106-7.
2. Eikelboom R, Arora RC. Commentary: Getting to the heart of postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* February 2020;159(2):524-5.
3. González-Rincón M, Díaz De Herrera-Marchal P, Martínez-Martín ML. Rol de la enfermera en el cuidado al final de la vida del paciente crítico. *Enferm Intensiva.* April 2019;30(2):78- 91.
4. Akintoye E, Sellke F, Marchioli R, Tavazzi L, Mozaffarian D. Factors associated with postoperative atrial fibrillation and other adverse events after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* January 2018;155(1):242.
5. Muehlschlegel SK and BO and JD. A Wolf in Sheep's Skin? Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery and the Risk of Stroke and Mortality | EndNote Click [Internet]. [Quoted 27 April 2023]. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34518104/>
6. Choi HJ, Seo EJ, Choi JS, Oh SJ, Son YJ. Perioperative risk factors for newonset postoperative atrial fibrillation among patients after isolated coronary artery bypass grafting: A retrospective study. *J Adv Nurs.* May 2022;78(5):1317-26.
7. Arritmia - ¿Qué es una arritmia? | NHLBI, NIH [Internet]. 2022 [quoted 01 May 2023]. Available at: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/arritmias>
8. Montes-Santiago J, Rodil V, Formiga F, Cepeda JM, Urrutia A. Características y costes de los pacientes ingresados por arritmias cardíacas en España. *Rev Clínica Esp.* June 2013;213(5):235-9.
9. Papadopoulos CH, Oikonomidis D, Lazaris E, Nihoyannopoulos P. Echocardiography and cardiac arrhythmias. *Hellenic J Cardiol.* May 2018;59(3):140-9.
10. Arce DTA. Qué es una arritmia y cómo funciona un marcapasos.
11. Arritmias cardíacas y su tratamiento [Internet]. [Quoted 01 May 2023]. Available at: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13023366>
12. Sanamé FAR, Molina BN, Rodríguez KJ. Fibrilación auricular. Panorámica sobre un tema actualizado.
13. Pava-Molano LF, Perafán-Bautista PE. Generalidades de la fibrilación auricular. *Rev Colomb Cardiol.* December 2016;23:5-8.
14. Ziv O, Choudhary G. Atrial Fibrillation. *Prim Care Clin Off Pract.* December 2005;32(4):1083-107.
15. Fauchier L, Philippart R, Clementy N, Bourguignon T, Angoulvant D, Ivanes F, et al. How to define valvular atrial fibrillation? *Arch Cardiovasc Dis.* October 2015;108(10):530-9.
16. JUAREZ O. ACTIVUIDAD ELECTRICA DEL CORAZON. 2001. VII(10).
17. Morales-Aguilar M, García-de-Jesús CE. Sistema de conducción cardíaca. *TEPEXI Bol Científico Esc Super Tepeji Río.* 5 January 2020;7(13):25-6.
18. md093d.pdf [Internet]. [Quoted 10 May 2023]. Available at: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmed/md-2009/md093d.pdf>
19. Baeza-Herrera LA, Rojas-Velasco G, Márquez-Murillo MF, Portillo-Romero ADR, Medina-Paz L, Álvarez-Álvarez RJ, et al. Fibrilación auricular en cirugía cardíaca. *Arch Cardiol México.* 19 March 2020;89(4):2718.
20. Fibrilación auricular posoperatoria ¿Un lobo con piel de cordero? *Rev Urug Cardiol* [Internet]. 11 November 2020 [quoted 12 May 2023];35(5). Available at: <http://suc.org.uy/sites/default/files/2020-11/a21-391-441.pdf>

21. Guía ESC 2020 sobre el diagnóstico y tratamiento de la fibrilación auricular, desarrollada en colaboración de la European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) [Internet]. [Quoted 12 May 2023]. Available at: <https://www.revespcardiol.org/es-pdf-S0300893220306953>
22. Caldonazo T, Kirov H, Rahouma M, Robinson NB, Demetres M, Gaudino M, et al. Atrial fibrillation after cardiac surgery: A systematic review and metaanalysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* January 2023;165(1):94-103.e24.
23. Luna-Ortiz P, Martínez-Rosas M. Fibrilación auricular después de cirugía cardíaca. 2012;(1).
24. Rosales ER, Hernández A de A, Castro FV, Pérez LIA, Dupeirón OV. Fibrilación auricular post operatoria: Enunciación de un concepto.
25. Navarro-Mateu F, García-Sancho JCM. Formulación de preguntas clínicas e introducción a la estrategia de búsqueda de información.
26. Listas guía de comprobación de revisiones sistemáticas y metaanálisis: declaración PRISMA [Internet]. [Quoted 04 May 2023]. Available at: <https://evidenciasenpediatria.es/articulo/5902/listas-guia-de-comprobacionde-revisiones-sistemáticas-y-metaanálisis-declaracion-prisma>
27. Basic search: EBSCOhost [Internet]. [Quoted 14 May 2023]. Available at: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&sid=7a362143-61ab-45ce-8ef3-818867f9cb07%40redis>
28. PubMed [Internet]. PubMed. [Quoted 14 May 2023]. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
29. Dialnet [Internet]. Dialnet. [Quoted 14 May 2023]. Available at: <https://dialnet.unirioja.es>
30. Search | SciELO [Internet]. [Quoted 14 May 2023]. Available at: <https://search.scielo.org/?lang=es&count=15&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1&q=atrial+fibrillation+after+cardiac+surgery>
31. Alves B/ O/ OM. DeCS – Descritores em Ciências da Saúde [Internet]. [Quoted 14 May 2023]. Available at: <https://decs.bvsalud.org/es/>
32. Materiales – Redcaspe [Internet]. [Quoted 15 May 2023]. Available at: <https://redcaspe.org/materiales/>
33. sign_grading_system_1999_2012.pdf [Internet]. [Quoted 16 May 2023]. Available at: https://www.sign.ac.uk/assets/sign_grading_system_1999_2012.pdf
34. Kertai MD, Mosley JD, He J, Ramakrishnan A, Abdelmalak MJ, Hong Y, et al. Predictive Accuracy of a Polygenic Risk Score for Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery. *Circ Genomic Precis Med.* April 2021;14(2):e003269.
35. Kawczynski MJ, Van De Walle S, Maesen B, Isaacs A, Zeemering S, Hermans B, et al. Preoperative P-wave parameters and risk of atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis of 20 201 patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 9 September 2022;35(4):ivac220.
36. Burgos LM, Ramírez AG, Seoane L, Furmento JF, Costabel JP, Diez M, et al. New combined risk score to predict atrial fibrillation after cardiac surgery: COM-AF. *Ann Card Anaesth.* October 2021;24(4):458-63.
37. Woldendorp K, Farag J, Khadra S, Black D, Robinson B, Bannon P. Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg.* December 2021;112(6):2084-93.
38. Ehrlich MP, Osorio-Jaramillo E, Aref T, Coti I, Andreas M, Laufer G, et al. Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: Electrophysiological Mechanism and Outcome. *Ann Thorac Surg.* June 2020;109(6):1765-72.

39. Kogo H, Sezai A, Osaka S, Shiono M, Tanaka M. Does Epicardial Adipose Tissue Influence Postoperative Atrial Fibrillation? *Ann Thorac Cardiovasc Surg Off J Assoc Thorac Cardiovasc Surg Asia*. 20 June 2019;25(3):149-57.
40. Bening C, Mazalu EA, Yaqub J, Alhussini K, Glanowski M, Kottmann T, et al. Atrial contractility and fibrotic biomarkers are associated with atrial fibrillation after elective coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. February 2020;159(2):515-23.
41. Benedetto U, Gaudino MF, Dimagli A, Gerry S, Gray A, Lees B, et al. Postoperative Atrial Fibrillation and Long-Term Risk of Stroke After Isolated Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation*. 6 October 2020;142(14):1320-9.
42. Amar D, Zhang H, Chung MK, Tan KS, Desiderio D, Park BJ, et al. Amiodarone with or without N-Acetylcysteine for the Prevention of Atrial Fibrillation after Thoracic Surgery: A Double-blind, Randomized Trial. *Anesthesiology*. 1 June 2022;136(6):916-26.
43. Gómez Núñez K, Hechavarría Pouymiro S, Pérez López H, Arazoza Hernández A de, Nápoles Sierra I. Fibrilación Auricular post operatoria en cirugía valvular. *Rev Cuba Cardiol Cir Cardiovasc*. 2020;26(3):4.
44. manejo_evolucion_fibrilacion_auricular.pdf.
45. Arribas-Leal JM, Pascual-Figal DA, Tornel-Osorio PL, Gutiérrez-García F, García-Puente Del Corral JJ, Ray-López VG, et al. Epidemiología y nuevos predictores de la fibrilación auricular tras cirugía coronaria. *Rev Esp Cardiol*. August 2007;60(8):841-7.
46. Rodríguez Rosales E, Arazoza Hernández A de, Vázquez Castro F, Aldama Pérez L, Dupeirón O. Fibrilación auricular post operatoria: Enunciación de un concepto. *Rev Médicas UIS*. 2014;27(2):12.
47. Caldonazo T, Kirov H, Rahouma M, Robinson NB, Demetres M, Gaudino M, et al. Atrial fibrillation after cardiac surgery: A systematic review and metaanalysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. January 2023;165(1):94.

Efectividad de la hemofiltración veno-venosa continua en pacientes con shock séptico.

Angélica María Tapia Tapia, Master en Urgencias, Emergencias y Críticos en Enfermería de la Universidad Europea de Valencia y enfermera de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Vicente Corral Moscoso en Ecuador, Azuay, Cuenca.
angelicamaria.t23@gmail.com

Recibido: 17 febrero 2024

Aceptado: 5 junio 2024

AUTHOR CONTRIBUTIONS

No se han recibidos ningún tipo de subvención para la realización del trabajo.

No existe conflicto de intereses.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

PALABRAS CLAVE: hemofiltración veno-venosa continua, shock séptico, críticos, filtro, efectividad.

RESUMEN

Introducción. La Terapia de Reemplazo Renal como la Hemofiltración Venovenosa Continua (HVVC) en pacientes con shock séptico puesto que esta enfermedad que suma una tasa de morbilidad y mortalidad muy importante en la UCI de los hospitales. Se abordarán y analizarán datos que ayuden a determinar la efectividad de la HVVC en pacientes con shock séptico.

El objetivo de esta investigación es Evaluar la efectividad de la hemofiltración veno-venosa continua en pacientes con shock séptico por medio de una revisión sistematizada.

Material y métodos: Para este estudio se ha realizado una revisión Sistematizada estructurada según el sistema PRISMA®. Tras la formulación de la pregunta de investigación con el sistema PICO®, se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos con tesoro "Continuos renal replacement therapy AND shock septic". Se seleccionaron artículos en castellano e inglés, especialmente publicados durante los últimos 5 años. No se seleccionaron artículos de baja evidencia científica.

Resultados: Se seleccionó 12 artículos científicos, según los criterios de selección para su lectura crítica con el sistema CASPe. Cada uno de los artículos se clasificó según el autor, año de publicación, nivel de prevalencia, datos sociodemográficos y nivel de evidencia SIGN. los sesgos más importantes que se han presentado han sido de selección y publicación

Conclusiones: la Hemofiltración Venovenosa Continua en pacientes con shock séptico es de alta efectividad, no obstante, a pesar de su práctica en pacientes con enfermedades cardíacas no demuestra mayor beneficio.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la profesión de enfermería ha experimentado un cambio en las actividades y se han incrementado las competencias en el ámbito hospitalario y extra hospitalario, ahora los enfermeros realizamos procedimientos muy importantes para la estabilización hemodinámica de los pacientes en este caso en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), a estos avances se une la tecnología para beneficio del paciente crítico como es la Terapia de Reemplazo Renal Continua (TRRC), estas técnicas se implementan utilizando equipos especializados que incluyen: bombas de sangre, circuitos de extracción y retorno de sangre, filtros de membrana y monitores para controlar el flujo sanguíneo y los parámetros de tratamiento. Los principales métodos utilizados en la TRRC incluyen Hemofiltración Veno-Venosa Continua (HVVC), Hemodiálisis Venosa Continua (HDVC), Hemodiafiltración Venosa Continua (CVVHDF). Esta investigación se centra en una de las TRRC como la Hemofiltración en pacientes con shock séptico puesto que esta enfermedad suma una tasa de morbilidad y mortalidad muy importante en la Unidad Cuidados Intensivos (UCI) de los hospitales. Se abordarán y analizarán datos que ayuden a determinar la efectividad de la HVVC en pacientes con shock séptico, y se darán a conocer sus resultados y conclusiones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se ha realizado una revisión Sistematizada estructurada según el sistema PRISMA®. Tras la formulación de la pregunta de investigación con el sistema PICO®, Se seleccionaron artículos en castellano e inglés, especialmente publicados durante los últimos 5 años. No se seleccionaron artículos de baja evidencia científica. No ha existido conflicto de interés y el trabajo se realizó teniendo en cuenta los principios bioéticos de toda investigación.

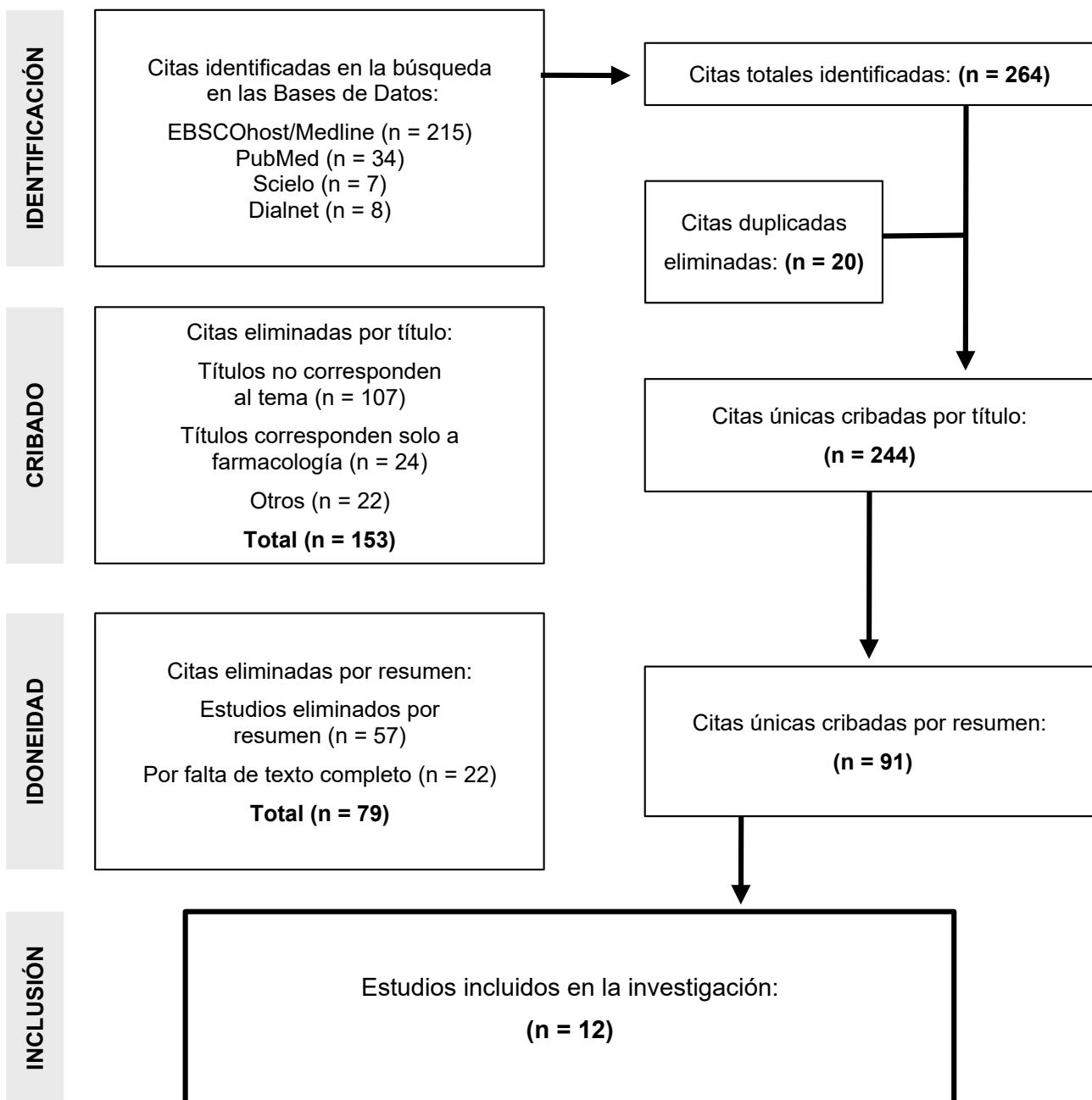
Pregunta de investigación PICO®: P: Pacientes adultos del área de cuidados intensivos con diagnóstico shock séptico I: Pacientes a los que se realizan HVVC. C: No se realiza comparación. O: Resultados favorables disminuyendo la tasa de mortalidad en estos pacientes.

En el comienzo de la búsqueda sistematizada, se seleccionaron una serie de descriptores en inglés utilizando los Medical Subject Headings (MeSH)(34), además de Descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS)(34) del portal BIREME. Los descriptores seleccionados, fueron los que se muestran, siendo los utilizados en la ecuación de búsqueda como: Continuos renal Replacement therapy, Hemofiltración Shock Septic, Cardiovascular Failure, Choc septic, Continous venous Effectiveness hemodiafiltration

Dicha búsqueda se ha llevado a cabo en las siguientes bases de datos (BD) científicas, EBSCOhost MEDLINE, PUBMED, SCIELO, DIALNET. Para la selección de los artículos de interés se formularon una serie de tesauros, el más relevante "Continuos renal replacement therapy and shock septic" De éstas, se obtuvieron un total de 264 artículos de los que se escogieron tras una lectura exhaustiva 12 artículos científicos tal y como se indica en las BD utilizadas con los conectores booleanos utilizados (AND, OR, NOT), mediante esta estructura se pudo crear una búsqueda sencilla y avanzada en cada base de datos.

RESULTADOS

Tras la lectura de los artículos seleccionados, se valoró la evidencia de las investigaciones con el fin de evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados. Así pues, se analizaron según el tipo de investigación, siendo: 2 estudios de caso, 1 estudio Multicéntrico, 9 estudios observacionales de cohortes y ensayos clínicos. Para ello, fueron analizados con la escala Niveles de evidencia y grados de recomendación del Scottish Intercollegiate Guidelines Network SIGN(35) y el Sesgo fue medido por medio de la escala CASPe(36). Las escalas utilizadas que se pueden encontrar en el presente trabajo en los anexos son a modo de check list (CASPe) y cuestionario la escala (SIGN) de las cuales se obtuvo una puntuación para cada artículo. Se refleja el proceso de selección de los artículos a través del diagrama de flujo sugerido por la guía PRISMA®.



Proceso de selección de los artículos. (Fuente: Elaboración propia)

La mayoría de investigaciones se han realizado en el continente europeo, dado el análisis 2 estudios se realizaron en Francia, 1 estudio en Países Bajos, 1 estudio en Letonia, 1 estudio en Alemania, 1 estudio en Polonia, 1 estudio en Roma, 1 estudio en España, 1 estudio que se realizó en China, 1 estudio en Corea, 1 estudio en Baltimore EEUU, 1 estudio en Chile. Dando como resultado que en el continente europeo existen más investigaciones en relación a la HVVC en pacientes con shock séptico.

Respecto a las tipologías de los estudios seleccionados, y tras realizar la tabla de frecuencias absolutas correspondientes, afirmamos que la mayoría han sido estudios de tipo observacional retrospectivo con un 37%, seguido por estudios observacionales prospectivos con un 18%. Los estudios que menos predominan en esta investigación son los estudios de caso con 18%, estudios Multicéntrico 9%, igual que el Ensayo Clínico Aleatorizado con un 9%.

Los niveles de evidencia SIGN® también han sido diferentes en función de la tipología de los estudios incluidos en nuestra Revisión Sistemática (RS). Con un 34% predominan los estudios con un SIGN® 2+, que son estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados con un bajo riesgo de confusión o sesgo y una probabilidad moderada de que la relación sea causal.

Con un 25% están los estudios con un SIGN® de 2- que corresponde a estudios de cohortes o de casos y controles con un alto riesgo de confusión o sesgo y un riesgo significativo de que la relación no sea causal, le sigue con 17% SIGN®, 3 Estudios no analíticos "Estudios de caso", con 8% 1++ es un meta-análisis de alta calidad, un ensayo clínico Aleatorizado con muy bajo riesgo de sesgo, igual que SIGN® 1- un ECA con alto riesgo de sesgo y por último SIGN® 2++ que corresponde a controles de cohortes de alta calidad. En este caso cabe destacar, que el 34% de los trabajos seleccionados poseen un nivel de evidencia bien realizados con un bajo riesgo de sesgo o confusión, oscilando su SIGN entre el 2- y el 3.

De las variables de este trabajo de investigación se han desglosado 2 específicas que son parte de los factores que influyen en la efectividad de la HVVC en pacientes con shock séptico:

La edad:

Los pacientes que fueron tratados con HVVC, se han analizado en este apartado siguiendo la metodología cuantitativa. De esta forma, se obtuvo la edad media de los años de los pacientes con shock séptico en la literatura consultada es de 60,3 años, se ha establecido una división según los rangos de edad.

Cuadro Clínico:

Como infecciones por bacterias gram + y -, según Franco Turania et. Al. (21) uno de los autores de la investigación con un 60%, sin embargo se ven afectados de igual manera pacientes con presencia de comorbilidades como enfermedades cardiovasculares según Georgijs Moises et. Al. (26) con un 55,6%, su mortalidad en pacientes con shock séptico puede variar dependiendo de los factores antes mencionados.

DISCUSIÓN

Lo ideal en el estudio “Valoración de la seguridad del paciente en la práctica clínica de terapia renal sustitutiva en las unidades de vigilancia intensiva” de Suarez et.al.(45) , valora la importancia que tiene el realizar la TRRC a los pacientes críticos, está científicamente comprobado que esta terapia al ser continua mejora su estabilidad a nivel hemodinámico, disminuye la dosis de infusión de drogas vaso activas como la noradrenalina, manteniendo una PAM de 65 mmHg en primeras instancias, los niveles de lactato sérico disminuyen, teniendo en cuenta que el lactato sérico elevado en pacientes con shock séptico, indican un cuadro de gravedad disminuyendo la perfusión tisular, disfunción cardiovascular, sus niveles altos según estudios indican un aumento en la mortalidad.

Analizando el artículo antes mencionado de Suarez et.al.(45) cada paciente con shock séptico tiene características individuales y comorbilidades que deben tenerse en cuenta al decidir la heparinización, esto incluye condiciones preexistentes que aumentan el riesgo de sangrado, la presencia de disfunción orgánica o la necesidad de otras terapias anticoagulantes. A pesar de que en los artículos seleccionados no trata porcentajes sobre la Efectividad de la HVVC en pacientes con shock séptico se han analizado minuciosamente cada uno de ellos dando como resultado de entre los 12 artículos seleccionados 6 estudios realizados por Yining Li et.al.(37), Zuccari et.al.(40), Grzegorz Kade et.al. (41), Bo Ra Yoon et.al.(42) Franco Turania et.al.(47), Gonzalo Ramirez et.al.(46) , demuestran que la HVVC es efectiva demostrando una reducción significativa de mediadores inflamatorios como las citoquinas pro inflamatorias, como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), la interleucina 1 beta (IL1 β) y la Interleucina 6 (IL-6), estas citosinas son liberadas principalmente por el sistema inmunológico como los macrófagos y linfocitos en respuesta a la infección, al realizar la HVVC, provoca una disminución de estos valores en el organismo causando una modulación de la respuesta inflamatoria excesiva observada en el shock séptico mediante el torrente sanguíneo, se reduce el daño tisular. En el caso de las endotoxinas siendo componentes de la pared celular de las bacterias Gram-, los autores antes mencionados en sus investigaciones recalcan que por medio de la HVVC se nota de manera significativa la eliminación de sustancias de alto peso molecular por medio de la adsorción, sin embargo, Willem Pieter Brouwer et.al.(48), Georgijs Moises et.al.(39), destacan que para la eliminación de endotoxinas es importante tener en cuenta que su efectividad se asocia al filtro adecuado según el peso molecular de las endotoxinas. En relación a los factores que influyen en la efectividad de la HVVC en los pacientes con shock séptico Se analiza la edad de los pacientes obteniendo la edad media es de 65 años de edad que pertenece al 75% de pacientes que han sido sometidos a la terapia. En relación al cuadro clínico de los 5 autores Guangwei Yu et. Al. (38) Willem Pieter Brouwer et. Al. Samuele Zuccari et. al. (40) Victor Schwindenhammer et. Al. (43) Laping Chu et.al.(44) que mencionan la sepsis abdominal como una de las causas más frecuentes de ingreso a la UCI; 3 de ellos se centran en la infección respiratoria aguda haciendo énfasis como desencadenante la neumosepsis mencionan que los microorganismos patógenos, como bacterias, virus u hongos infectan los pulmones y así generan una respuesta inflamatoria en la estancia hospitalaria antes que el paciente ingrese al área de Cuidados Intensivos. La infección del Tracto Urinario también es mencionada por dos autores Manuel Zuccari et.al.(40) Lanping Chu et.al.(44) concuerdan que el tracto urinario es susceptible a la colonización y multiplicación de bacteria y de inicio desencadenan en una respuesta inflamatoria local, en los casos que se presentan en los estudios antes mencionados hablan de la bacteriemia provocada por una respuesta inflamatoria sistémica descontrolada (sepsis). Los pacientes que son afectados por enfermedades cardiacas tienen mayor riesgo de desarrollar complicaciones graves como lo menciona Guangwei Yu et.al.(38) en su estudio y se dedica específicamente a la HVVC en pacientes con disfunción del ventrículo izquierdo (DVI), el autor hace una comparación con pacientes que presentan shock séptico sin cardiopatías prexistentes y los pacientes con DVI, dando una tasa de mortalidad alta en estos pacientes. Guangwei Yu et.al.(38) menciona que la supervivencia es muy difícil y no asocia resultados beneficiosos con el tratamiento, la función de la HVVC se ve comprometida por la

hipotensión puesto a que el Ventrículo Izquierdo (VI) disminuye el gasto cardiaco causando una hipotensión generalizada, la HVVC requiere un flujo sanguíneo adecuado para extraer y filtrar la sangre a través del circuito extracorpóreo, también menciona al daño renal como consecuencia, por lo que es importante evaluar la condición hemodinámica y cardiaca de un paciente antes de iniciar la HVVC.(38) De igual manera como cuadro clínico la colangitis es mencionada por el autor Lanping Chu et.al.(44) al acotar que las bacterias presentes en los conductos biliares ingresan al torrente sanguíneo, transportando toxinas y endotoxinas, estos patógenos desencadenan una respuesta inflamatoria sistémica y en su estudio tiene relevancia. Es importante tener en cuenta que en los pacientes que presentan shock séptico antes de ingresar a la UCI presentan comorbilidades que son factores de riesgo para cada uno pueden variar entre cada paciente. De los doce artículos seleccionados para el desarrollo de esta investigación y colocados en el diagrama de flujo y selección de artículos, predomina las enfermedades cardiovasculares entre ellas la HTA, enfermedad coronaria, Insuficiencia cardiaca, autores como Suarez MT et.al menciona la Insuficiencia hepática afectan de forma directa a la respuesta inmunitaria, enfermedades renales como la Insuficiencia Renal Crónica influye en la respuesta del paciente con shock séptico y en la TRRC, de la misma forma se menciona a los pacientes con Diabetes Mellitus autores como; Guangwei Yu et.al.(38) , Willem Pieter Brouwer et.al.(48) y Georgjis Moises et.al.(39) tratan esta enfermedad como una afección crónica que sobresalta el control de azúcar en la sangre y aumenta el riesgo de complicaciones, también se habla de los pacientes con Neoplasia, Georgjis Moises et.al.(39) considera que estos pacientes desarrollan infecciones por que su sistema inmunológico está debilitado por su tratamiento oncológico.

Limitaciones de estudio

Uno de los principales sesgos en toda investigación científica son las limitaciones metodológicas que son propias de la tipología elegida, por lo que es necesario ser fiel y honesto en cada uno de los pasos a seguir.

Futura línea de investigación

Se propone realizar un estudio sistematizado dando continuidad a la HVVC acerca de los pacientes con mayor actividad de Glutación Reductase (GR) en el plasma, que presentan un desenlace fatal en los pacientes, antes de los pacientes que presentan menor cantidad de GR.

CONCLUSIONES

Se evidencia que un gran número de artículos relacionados al trabajo de investigación fueron realizados en Europa, la evidencia en lo investigado nos da a conocer que son uno de los pioneros en realizar TRRC a los pacientes diagnosticados de shock séptico. A día de hoy es una terapia que está en la lista de primera elección (31).

En España realizan una investigación científica en la ciudad de Barcelona; centran la investigación en la Terapia de Reemplazo Renal Intermittente, mencionan que la efectividad es mayor, hablan acerca de la seguridad del paciente y las complicaciones clínicas más frecuentes como: arritmias, disnea, prurito, y sobre todo reacción alérgica al filtro, en cuestión de las complicaciones técnicas que tienen durante el proceso hablan sobre la coagulación parcial o total del circuito de ahí recalcamos la extravasación sanguínea o hematoma en la fístula arterio venosa y salida del catéter venoso central las más importantes por la que en medio del proceso se llevaron los correctivos pertinentes, en pacientes con shock séptico tuvieron un 35 % de ingresos hospitalarios durante la investigación, se analizó de este artículo la importancia del uso de la membrana en el hemo-filtro, y la prevención de las complicaciones, puesto a que nuestra investigación se centra en la Hemofiltración Venovenosa Continua dando un resultado y efectividad que el paciente crítico sometido a la TRR superó la fase de mayor inestabilidad hemodinámica en las que indican TRRC aunque la que terapia que más se lleva a cabo en esta área es la Intermittente también dando resultados positivos (45).

La HVVC por medio de la investigación realizada se ha demostrado que esta terapia tiene una gran efectividad en pacientes con shock séptico, aunque las evidencias científicas no respaldan su eficacia en totalidad, no hay un consenso absoluto sobre esta terapia.

La gravedad del **cuadro clínico**. Se ha evidenciado por medio de la investigación que la hemofiltración veno-venosa continua tiene una gran efectividad en pacientes con shock séptico.

Comorbilidades. Es importante tener en cuenta que los pacientes más vulnerables a presentar shock séptico son los pacientes que tienen comorbilidades como enfermedades cardiovasculares.

Edad. Por medio de la investigación realizada, los pacientes vulnerables son los adultos mayores, su edad media de 65 años.

BIBLIOGRAFÍA

1. Esposito S, De Simone G, Boccia G, De Caro F, Pagliano P. Sepsis and septic shock: New definitions, new diagnostic and therapeutic approaches. *J Glob Antimicrob Resist*. septiembre de 2017;10:204-12.
2. Gul F, Arslantas MK, Cinel I, Kumar A. Changing Definitions of Sepsis. *Turk J Anesth Reanim*. 10 de julio de 2017;45(3):129-38.
3. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 23 de febrero de 2016;315(8):801.
4. Definiciones - Consellería de Sanidade - Servizo Galego de Saúde [Internet]. [citado 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.sergas.es/Asistenciasanitaria/sepse-definicions?idioma=es>
5. Zepeda Monares Enrique et.al. Validacion de la escala evaluación de fallo orgánico secuencial SOFA [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2016/ti165h.pdf>
6. Developing a New Definition and Assessing New Clinical Criteria for Septic Shock. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4910392/>
7. Arriagada S D, Díaz R F, Donoso F A, Cruces R P. Clasificación PIRO en sepsis grave y shock séptico pediátrico: Nuevo modelo de estratificación y su utilidad en pronóstico. *Rev Chil Infectol* [Internet]. febrero de 2010 [citado 22 de mayo de 2023];27(1). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071610182010000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=en
8. Sepsis - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/sepsis>
9. Cecconi M, Evans L, Levy M, Rhodes A. Sepsis and septic shock. *The Lancet*. julio de 2018;392(10141):75-87.
10. Vestéinsdóttir E, Sigurdsson MI, Gottfredsson M, Blondal A, Karason S. Temporal trends in the epidemiology, management, and outcome of sepsis-A nationwide observational study. *Acta Anaesthesiol Scand*. abril de 2022;66(4):497-506.
11. Azkárate I, Sebastián R, Cabarcos E, Choperena G, Pascal M, Salas E. Registro observacional y prospectivo de sepsis grave/shock séptico en un hospital terciario de la provincia de Guipúzcoa. *Med Intensiva*. mayo de 2012;36(4):250-6.
12. Epidemiología actual del shock en las UTI [Internet]. [citado 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.intramed.net/93971/Epidemiologia-actual-del-shocken-las-UTI>
13. Font MD, Thyagarajan B, Khanna AK. Sepsis and Septic Shock – Basics of diagnosis, pathophysiology and clinical decision making. *Med Clin North Am*. julio de 2020;104(4):573-85.
14. GUYTON Y HALL. TRATADO DE FISILOGIA MEDICA. 12.a ed. España: El seiver; 2012. 1992 p.
15. Marino PL, Galvagno SM. Marino. el Manual de la UCI [Internet]. Philadelphia, UNITED STATES: Wolters Kluwer; 2017 [citado 7 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ueuropeav/detail.action?docID=6359486>
16. Principios de medicina interna de Harrison, 21e | AccesoMedicina | McGraw-Hill Medical [Internet]. [citado 23 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://accessmedicine.mhmedical.com/book.aspx?bookid=3095&isMissingChapter=true>

17. Daugirdas JT. Manual de Diálisis, 5e [Internet]. Philadelphia, UNITED STATES: Wolters Kluwer; 2015 [citado 8 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ueuropeav/detail.action?docID=6359421>
18. ALMUDENA MATEOS DAVILA. conceptos fundamentales en terapias continuas de depuracion renal para Enfermeras. Vol. 1. España: Círculo rojo; 2022. 243 p.
19. Cota Delgado F. La hemofiltración venovenosa continua de alto y muy alto volumen puede aumentar la supervivencia en el paciente en situación de shock séptico [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universidad de Málaga; 2016 [citado 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=150460>
20. Investigación RS. Hemofiltración. [Internet]. RSI - Revista Sanitaria de Investigación. 2021 [citado 8 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/hemofiltracion/>
21. Francisco Cota Delgado. La mortalidad de pacientes con shock séptico tras resucitación precoz y hemofiltración veno-venosa continua de alto volumen [Tesis Doctoral]. [malaga]: Universidad de Málaga; 2015.
22. Romero CM, Downey P, Hernández G. Hemofiltración de alto volumen en shock séptico. Med Intensiva. junio de 2010;34(5):345-52.
23. Honoré PM, Matson JR. Extracorporeal removal for sepsis: Acting at the tissue level-the beginning of a new era for this treatment modality in septic shock. Crit Care Med. marzo de 2004;32(3):896-7.
24. Di Carlo JV, Alexander SR. Hemofiltration for Cytokine-Driven Illnesses: The Mediator Delivery Hypothesis. Int J Artif Organs. 1 de agosto de 2005;28(8):777-86.
25. Herrera Gutiérrez ME. Técnicas de reemplazo renal continuas frente a las intermitentes: pro-continuas. Med Intensiva. marzo de 2009;33(2):88-92.
26. Hemofiltración veno-venosa continua (HVVC) [Internet]. [citado 23 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hemofiltrobadajoz.blogspot.com/p/hemofiltracionvenenosa-continua-hvvc.html>
27. FRESENIUS MEDICAL CARE. TECNICAS CONTINUAS DE DEPURACION EXTRACORPOREA. 2015.
28. Miguel Muñoz Serapio. Tecnicas de depuración extracorporea para enfermería. Elseiver España. Barcelona: Elseiver; 2012. 212 p.
29. Berrocal-Tomé FJ, Maqueda-Palau M, Moreno-Jiménez C, Dios-Guerra A de, Berrocal-Tomé FJ, Maqueda-Palau M, et al. Factores asociados a la duración del hemofiltro en técnicas continuas de depuración extracorpórea en el paciente ingresado en cuidados intensivos. Enferm Nefrológica. diciembre de 2021;24(4):389-97.
30. Milagros Fernández Lucasa, José Luis Teruel Brionesa . Técnicas de Hemodiálisis [Internet]. [citado 23 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://static.elsevier.es/nefro/monografias/pdfs/nefrologia-dia-267.pdf>
31. Putzu A, Schorer R, Lopez-Delgado JC, Cassina T, Landoni G. Blood Purification and Mortality in Sepsis and Septic Shock. Anesthesiology. 1 de septiembre de 2019;131(3):580-93.
32. Luhr R, Cao Y, Söderquist B, Cajander S. Trends in sepsis mortality over time in randomised sepsis trials: a systematic literature review and meta-analysis of mortality in the control arm, 2002-2016. Crit Care Lond Engl. 3 de julio de 2019;23(1):241.
33. Borthwick EM, Hill CJ, Rabindranath KS, Maxwell AP, McAuley DF, Blackwood B. High-volume haemofiltration for sepsis in adults. Cochrane Emergency and Critical Care Group, editor. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 31 de enero de 2017 [citado 2 de abril de 2023];2018(12). Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008075.pub3>

34. Alves B/ O/ OM. DeCS – Descriptores em Ciências da Saúde [Internet]. [citado 16 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://decs.bvsalud.org/es/>
35. SIGN GRADING SYSTEM 1999 – 2012. [Internet]. [citado 14 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.sign.ac.uk/assets/sign_grading_system_1999_2012.pdf
36. Martin J. © Joanna Briggs Institute 2017 Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies. 2017;
37. Li Y, Zhou L, Yang L, Yuan F. Septic shock after liver transplantation successfully treated with endotoxin and cytokine adsorption continuous renal replacement therapy: a case report and literature review. *J Int Med Res.* julio de 2020;48(7):300060520940439.
38. Yu G, Cheng K, Liu Q, Wu W, Hong H, Lin X. Clinical outcomes of severe sepsis and septic shock patients with left ventricular dysfunction undergoing continuous renal replacement therapy. *Sci Rep.* 7 de junio de 2022;12(1):9360.
39. Moisejevs G, Bormane E, Trumpika D, Baufale R, Busmane I, Voicehovska J, et al. Glutathione Reductase Is Associated with the Clinical Outcome of Septic Shock in the Patients Treated Using Continuous Venovenous Haemofiltration. *Medicina (Mex).* 6 de julio de 2021;57(7):689.
40. Zuccari S, Damiani E, Domizi R, Scorcella C, D'Arezzo M, Carsetti A, et al. Changes in Cytokines, Haemodynamics and Microcirculation in Patients with Sepsis/Septic Shock Undergoing Continuous Renal Replacement Therapy and Blood Purification with CytoSorb. *Blood Purif.* 2020;49(1-2):107-13.
41. Kade G, Literacki S, Rzeszotarska A, Niemczyk S, Lubas A. Inflammatory Markers During Continuous High Cutoff Hemodialysis in Patients with Septic Shock and Acute Kidney Injury. En: Pokorski M, editor. *Trends in Biomedical Research* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2020 [citado 6 de mayo de 2023]. p. 71-80. (Advances in Experimental Medicine and Biology; vol. 1251). Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/5584_2019_458
42. Yoon BR, Leem AY, Park MS, Kim YS, Chung KS. Optimal timing of initiating continuous renal replacement therapy in septic shock patients with acute kidney injury. *Sci Rep.* 19 de agosto de 2019;9(1):11981.
43. Schwindenhammer V, Girardot T, Chaulier K, Grégoire A, Monard C, Hurliaux L, et al. oXiris® Use in Septic Shock: Experience of Two French Centres. *Blood Purif.* 2019;47(Suppl. 3):29-35.
44. Chu L, Li G, Yu Y, Bao X, Wei H, Hu M. Clinical effects of hemoperfusion combined with pulse high-volume hemofiltration on septic shock. *Medicine (Baltimore).* febrero de 2020;99(9):e19058.
45. Suárez M del T, Rodas L, Quíntela M, Mejía AP, Suárez M del T, Rodas L, et al. Valoración de la seguridad del paciente en la práctica clínica de terapia renal sustitutiva en las unidades de vigilancia intensiva. *Enferm Nefrológica.* marzo de 2023;26(1):49-58.
46. Ramírez-Guerrero G, Baghetti-Hernández R, Godoy-Tello C, Villagrán-Cortés F, Torres-Cifuentes V, Garay-Coloma O, et al. COVID-19, shock séptico refractario y terapia extracorpórea de purificación sanguínea con OXIRIS®. *Rev Médica Chile.* febrero de 2022;150(2):266-70.
47. Turani F, Barchetta R, Falco M, Busatti S, Weltert L. Continuous Renal Replacement Therapy with the Adsorbing Filter oXiris in Septic Patients: A Case Series. *Blood Purif.* 2019;47(Suppl. 3):54-8.
48. Brouwer WP, Duran S, Kuijper M, Ince C. Hemoadsorption with CytoSorb shows a decreased observed versus expected 28-day all-cause mortality in ICU patients with septic shock: a propensity-score-weighted retrospective study. *Crit Care.* diciembre de 2019;23(1):317.

Effectiveness of continuous veno-venous haemofiltration in patients with septic shock

Angélica María Tapia Tapia, Master's degree in Casualties, Emergencies and Critical Illness in the Nursing Department of the European University of Valencia and a Nurse in the Intensive Care Unit at the Hospital Vicente Corral Moscoso in Ecuador, Azuay, Cuenca.
angelicamaria.t23@gmail.com

Received: February 17, 2024

Accepted: June 5, 2024

AUTHOR CONTRIBUTIONS

No subsidies have been received for this study.

There are no conflicts of interest.

All the authors have read the published version of the manuscript and accepted it.

KEY WORDS: continuous veno-venous haemofiltration, septic shock, critical, filter, effectiveness.

ABSTRACT

Introduction. Renal Replacement Therapy such as Continuous Veno-Venous Haemofiltration (CVVH) in patients with septic shock as this disease shows a very high morbidity and mortality rate in hospital ICUs. Data to help determine the effectiveness of CVVH in patients with septic shock will be discussed and analysed.

The aim of this research is to evaluate the effectiveness of continuous veno-venous haemofiltration in patients with septic shock by means of a systematised review.

Material and methods: For this study, a systematised review structured according to the PRISMA® system was carried out. After formulating the research question using the PICO® system, a search was carried out in different databases with the search terms "Continuous renal replacement therapy AND shock septic". Articles in both Spanish and English were selected, especially those published in the last 5 years. Articles with low scientific evidence were not selected.

Results: Twelve scientific articles were selected in accordance with election criteria for critical reading with the CASPe system. Each of the articles was classified according to author, year of publication, level of prevalence, socio-demographic data and level of SIGN evidence. The main biases that occurred were selection and publication biases.

Conclusions: Continuous Venous-Venous Haemofiltration in patients with septic shock is highly effective, although despite its practice in patients with cardiac disease it does not show any major benefits.

INTRODUCTION

In recent years nursing has undergone a change in activities and competences have increased in the hospital and outpatient setting. Nurses now perform highly significant procedures for the haemodynamic stabilisation of patients, in this case in the Intensive Care Unit (ICU). These advances are joined by technology for the benefit of critical patients, such as Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT). These techniques are implemented using specialised equipment including blood pumps, blood collection and return circuits, membrane filters and monitors to control blood flow and treatment parameters. The main methods used in CRRT include Continuous Veno-Venous Haemofiltration (CVVH), Continuous Venous Haemodialysis (CVHD), and Continuous Venous Haemodiafiltration (CVHDF). This research focuses on one of the CRRTs – haemofiltration in patients with septic shock as this disease shows a very high morbidity and mortality rate in the Intensive Care Unit (ICU) in hospitals. Data that helps determine the effectiveness of CVVH in patients with septic shock will be discussed and analysed, and the results and conclusions will be presented.

MATERIAL AND METHODS

For this study, a systematised review structured according to the PRISMA® system was carried out. After formulating the research question with the PICO® system, articles in Spanish and English were selected, especially those published in the last 5 years. Articles with low scientific evidence were not selected. There was no conflict of interest and the work was carried out taking into account the bioethical principles of all research.

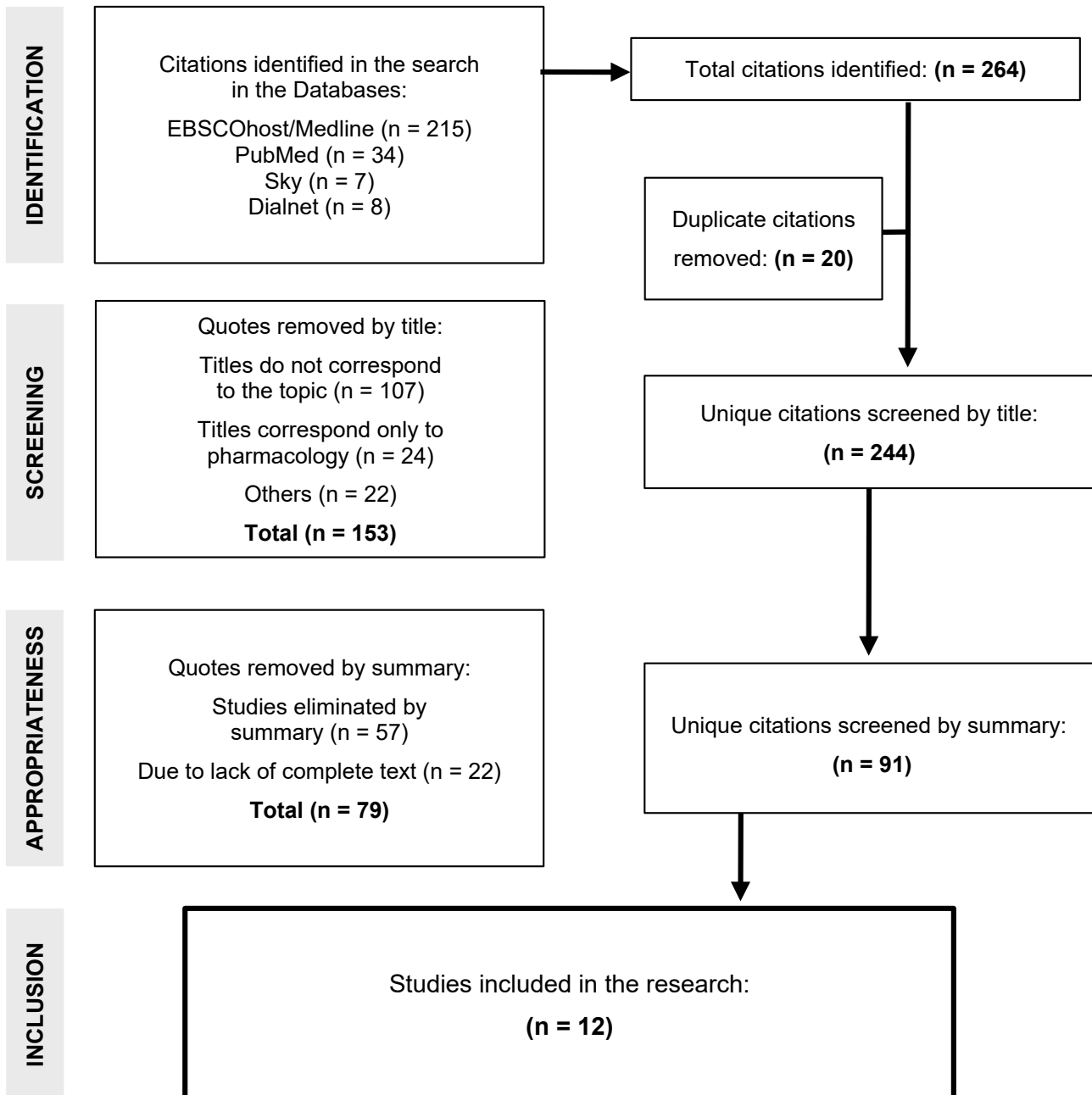
Research question (PICO)®: P: Adult intensive care patients diagnosed with septic shock I: Patients undergoing CVVH. C: No comparison made. O: Favourable results by decreasing the mortality rate in these patients.

At the beginning of the systematised search, a series of English descriptors were selected using the Medical Subject Headings (MeSH)(34), in addition to the Health Sciences Descriptors (DeCS)(34) on the BIREME portal. The descriptors selected were those shown and used in the search equation: Continuous Renal Replacement Therapy, Septic Shock Haemofiltration, Cardiovascular Failure, Septic Shock, Continuous Venous Effectiveness Haemodiafiltration

The search was carried out on the following scientific databases (DB), EBSCOhost MEDLINE, PUBMED, SCIELO and DIALNET. For the selection of the articles of interest, a series of search terms were formulated, the most relevant being “Continuous renal replacement therapy and septic shock”. From these, a total of 264 articles were obtained from which 12 scientific articles were finally chosen after an exhaustive reading as described in the databases used with the Boolean connectors (AND, OR, NOT).

RESULTS

After reading the articles selected, the research evidence was assessed in order to evaluate their methodological quality. The articles were therefore analysed according to the type of research, namely 2 case studies, 1 multicentre study, 9 observational cohort studies and clinical trials. They were analysed using the Scottish Intercollegiate Guidelines Network SIGN(35), while bias was measured using the CASPe(36) scale. The scales used, which can be found in the appendices of this paper, are the checklist (CASPe) and questionnaire (SIGN) scales from which a score was obtained for each article. The article selection process is reflected in the flow chart suggested by the PRISMA® guide.



Article selection process. (Source: Designed in-house)

Most research was conducted in Europe; 2 studies were conducted in France, 1 study in the Netherlands, 1 in Latvia, 1 in Germany, 1 in Poland, 1 in Rome, 1 in Spain, 1 in China, 1 in Korea, 1 in Baltimore USA, and 1 in Chile. Consequently, there is more research in Europe in relation to CVVH in septic shock patients.

With regard to the typologies of the studies selected, and after preparing the corresponding absolute frequency table, we can state that the majority were retrospective observational studies (37%), followed by prospective observational studies (18%). The least predominant studies in this research were case studies (18%), Multicentre studies (9%), and Randomised Clinical Trials (9%).

The SIGN® levels of evidence also differed according to the type of studies included in our Systematic Review (SR). Studies with a SIGN® 2+, which are well-conducted cohort or case-control studies with a low risk of confounding or bias and a moderate probability that the relationship is causal, predominate at 34%.

25% of the studies were SIGN® 2-, which corresponds to cohort or case-control studies with a high risk of confounding or bias and a significant risk that the relationship is not causal, followed by SIGN® (17%), 3 non-analytical “case studies” (8%), 1++ is a high quality meta-analysis, a randomised clinical trial with very low risk of bias, the same as SIGN® 1- an RCT with high risk of bias and finally SIGN® 2++ which corresponds to high quality cohort controls. In this case, it should be noted that 34% of the studies selected have a well-conducted level of evidence with a low risk of bias or confounding, with SIGN® ranging from 2- to 3.

Of the variables in this research study, 2 specific variables were broken down as part of the factors influencing the effectiveness of CVVH in patients with septic shock:

Age:

The patients who were treated with CVVH were analysed in this section using quantitative methodology. The mean age of the patients with septic shock in the literature consulted was 60.3, and a division was established according to age ranges.

Clinical Profile:

According to Franco Turania et al.(21), one of the authors of the study, 60% of patients with infections by gram + and - bacteria are affected, although patients with comorbidities such as cardiovascular diseases, according to Georgijs Moises et al.(26), 55.6%, are also affected. Mortality in patients with septic shock may vary depending on the factors mentioned above.

DISCUSSION

The study 'Assessment of patient safety in the clinical practice of renal replacement therapy in intensive care units' by Suarez et al. (45), assesses the importance of performing CRRT in critical patients; it has been scientifically proven that this therapy, when continuous, improves haemodynamic stability, reduces the infusion dose of vasoactive drugs such as noradrenaline, maintaining a MAP of 65 mmHg in the first instances, serum lactate levels decrease (taking into account that elevated serum lactate in patients with septic shock indicates a serious condition), decreasing tissue perfusion and cardiovascular dysfunction; according to studies high levels indicate an increase in mortality.

Analysing the aforementioned article by Suarez et al.(45) each patient with septic shock has individual characteristics and comorbidities that must be taken into account when deciding on heparinisation, including pre-existing conditions that increase the risk of bleeding, the presence of organ dysfunction or the need for other anticoagulant therapies. Although the articles selected do not address percentages on the effectiveness of CVVH in patients with septic shock, each of them has been thoroughly analysed, resulting in six of the 12 articles selected, namely those by Yining Li et al.(37), Zuccari et al. (40), Grzegorz Kade et al.(41), Bo Ra Yoon et al.(42) Franco Turania et al.(47), Gonzalo Ramirez et al. (46). These articles all show that CVVH is effective by demonstrating a significant reduction in inflammatory mediators such as pro-inflammatory cytokines like tumour necrosis factor alpha (TNF- α), interleukin 1 beta (IL1 β) and Interleukin 6 (IL-6), These cytokines are released mainly by the immune system such as macrophages and lymphocytes in response to infection. When CVVH is performed, it causes a decrease in these values in the body causing a modulation of the excessive inflammatory response seen in septic shock via the bloodstream, and tissue damage is reduced. In the case of endotoxins, as they are components of the cell wall of Gram- bacteria, the aforementioned authors in their research emphasise that by means of CVVH the elimination of high molecular weight substances by adsorption is significantly noted. Willem Pieter Brouwer et al.(48) and Georgijs Moises et al.(39), however, emphasise that for the elimination of endotoxins it is important to take into account that their effectiveness is associated with the appropriate filter according to the molecular weight of the endotoxins. In relation to the factors influencing the effectiveness of CVVH in patients with septic shock, the age of the patients was analysed and the mean age of the patients was 65, which was 75% of the patients who have undergone the therapy. In relation to the clinical record of the 5 authors Guangwei Yu et al.(38), Willem Pieter Brouwer et al., Samuele Zuccari et al.(40), Victor Schwindenhammer et al. (43) and Lanping Chu et al.(44), who mention abdominal sepsis as one of the most frequent causes of ICU admission, 3 of them focus on acute respiratory infection with emphasis on pneumosepsis as a trigger, stating that pathogenic microorganisms such as bacteria, viruses and fungi infect the lungs and thus generate an inflammatory response in the hospital stay before the patient is admitted to the Intensive Care Unit. Urinary tract infection is also mentioned by two authors – Manuel Zuccari et al.(40), Lanping Chu et al.(44) – who agree that the urinary tract is susceptible to colonisation and multiplication of bacteria and initially triggers a local inflammatory response. In the cases presented in the aforementioned studies they speak of bacteraemia caused by an uncontrolled systemic inflammatory response (sepsis). Patients who are affected by cardiac diseases are at higher risk of developing serious complications, as stated by Guangwei Yu et al.(38) in their specific study on CVVH in patients with left ventricular dysfunction (LVD). The author makes a comparison with patients presenting septic shock without pre-existing heart disease and patients with LVD, giving a high mortality rate in these patients. Guangwei Yu et al.(38) mentions that survival is very difficult and does not associate beneficial outcomes with treatment; the function of CVVH is compromised by hypotension since the left ventricle (LV) decreases cardiac output causing generalised hypotension. CVVH requires sufficient blood flow to extract and filter blood through the extracorporeal circuit. He also mentions renal damage as a consequence, so it is important to assess the haemodynamic and cardiac condition of a patient before initiating CVVH(38). Similarly, cholangitis as a clinical record is mentioned by Lanping Chu et al.(44)

when he notes that bacteria present in the bile ducts enter the bloodstream, carrying toxins and endotoxins; these pathogens trigger a systemic inflammatory response and is relevant in their study. It is important to bear in mind that patients who present septic shock before admission to the ICU have comorbidities that are risk factors for each patient, which may vary from patient to patient. Of the twelve articles selected for this study and placed in the flow diagram and selection of articles, cardiovascular diseases predominate, among them HBP, coronary heart disease and heart failure. Authors such as Suarez MT et al. say that liver failure directly affects the immune response, renal diseases such as CRI influences the response of the patient with septic shock and CRRT, and in the same way, patients with diabetes mellitus are mentioned by authors such as Guangwei Yu et al.(38), Willem Pieter Brouwer et al.(48) and Georgjis Moises et al.(39), who treat this disease as a chronic condition that stresses blood sugar control and increases the risk of complications. Patients with neoplasia are also mentioned; Georgjis Moises et al.(39) are of the opinion that these patients develop infections because their immune system is weakened by their oncological treatment.

Limitations of the study

One of the main biases in all scientific research is the methodological limitations that are inherent to the typology chosen, so it is necessary to be accurate and honest in each of the steps to follow.

Future lines of research

We would propose conducting a systematised study in continuity with CVVH on patients with higher plasma Glutathione Reductas (GR) activity, which has a fatal outcome in patients, before patients with lower GR.

CONCLUSIONS

It is evident that a large number of articles related to the research work were carried out in Europe. The evidence in the research shows that they are one of the pioneers in performing CRRT in patients diagnosed with septic shock. As of today this therapy is on the list of first choice (31).

In Spain scientific research is being carried out in the city of Barcelona; it focuses on the research on Intermittent Renal Replacement Therapy. The researchers say that the effectiveness is higher, they talk about patient safety and the most frequent clinical complications such as: arrhythmias, dyspnoea, pruritus, and above all allergic reaction to the filter. As for the technical complications they have experienced during the process, they mention the partial or total coagulation of the circuit, and so we would underline the blood extravasation or haematoma in the arteriovenous fistula and exit of the central venous catheter as the most important. The pertinent corrective action was taken during the process. 35% of patients with septic shock were admitted to hospital during the investigation. The importance of the use of the membrane in the haemofilter and the prevention of complications was analysed in this article, given that our research focuses on Continuous Veno-Venous Haemofiltration. The result was that critical patients effectively subjected to RRT overcame the phase of greatest haemodynamic instability in those indicating CRRT, although the therapy that is most commonly carried out in this area is Intermittent, which also gives positive results (45).

CVVH has been shown through research to be highly effective in patients with septic shock, although the scientific evidence does not support its efficacy in its entirety, and there is no absolute consensus on the therapy.

The severity of the **clinical record**. Research has shown that continuous veno-venous haemofiltration is highly effective in patients with septic shock.

Comorbidities. It is important to note that the patients most vulnerable to septic shock are those with comorbidities such as cardiovascular disease.

Age. From the research conducted, it would seem that the most vulnerable patients are the elderly, with a mean age of 65.

BIBLIOGRAPHY

1. Esposito S, De Simone G, Boccia G, De Caro F, Pagliano P. Sepsis and septic shock: New definitions, new diagnostic and therapeutic approaches. *J Glob Antimicrob Resist*. September 2017;10:204-12.
2. Gul F, Arslantas MK, Cinel I, Kumar A. Changing Definitions of Sepsis. *Turk J Anesth Reanim*. 10 July 2017;45(3):129-38.
3. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 23 February 2016;315(8):801.
4. Definiciones - Consellería de Sanidade - Servizo Galego de Saúde [Internet]. [Quoted 18 May 2023]. Available at: <https://www.sergas.es/Asistenciasanitaria/sepse-definicions?idioma=es>
5. Zepeda Monares Enrique et.al. Validacion de la escala evaluación de fallo orgánico secuenciall SOFA [Internet]. 2015. Available at: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2016/ti165h.pdf>
6. Developing a New Definition and Assessing New Clinical Criteria for Septic Shock. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4910392/>
7. Arriagada S D, Díaz R F, Donoso F A, Cruces R P. Clasificación PIRO en sepsis grave y shock séptico pediátrico: Nuevo modelo de estratificación y su utilidad en pronóstico. *Rev Chil Infectol* [Internet]. febrero de 2010 [citado 22 de mayo de 2023];27(1). Available at: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071610182010000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=en
8. Sepsis - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [Quoted 22 May 2023]. Available at: <https://www.paho.org/es/temas/sepsis>
9. Cecconi M, Evans L, Levy M, Rhodes A. Sepsis and septic shock. *The Lancet*. julio de 2018;392(10141):75-87.
10. Vestéinsdóttir E, Sigurdsson MI, Gottfredsson M, Blondal A, Karason S. Temporal trends in the epidemiology, management, and outcome of sepsis-A nationwide observational study. *Acta Anaesthesiol Scand*. abril de 2022;66(4):497-506.
11. Azkárate I, Sebastián R, Cabarcos E, Choperena G, Pascal M, Salas E. Registro observacional y prospectivo de sepsis grave/shock séptico en un hospital terciario de la provincia de Guipúzcoa. *Med Intensiva*. mayo de 2012;36(4):250-6.
12. Epidemiología actual del shock en las UTI [Internet]. [Quoted 22 May 2023]. Available at: <https://www.intramed.net/93971/Epidemiologia-actual-del-shocken-las-UTI>
13. Font MD, Thyagarajan B, Khanna AK. Sepsis and Septic Shock – Basics of diagnosis, pathophysiology and clinical decision making. *Med Clin North Am*. July 2020;104(4):573-85.
14. GUYTON Y HALL. TRATADO DE FISILOGIA MEDICA. 12.a ed. Spain: El seiver; 2012. 1992 p.
15. Marino PL, Galvagno SM. Marino. el Manual de la UCI [Internet]. Philadelphia, UNITED STATES: Wolters Kluwer; 2017 [citado 7 de mayo de 2023]. Available at: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ueuropeav/detail.action?docID=6359486>
16. Principios de medicina interna de Harrison, 21e | AccesoMedicina | McGraw-Hill Medical [Internet]. [Quoted 23 May 2023]. Available at: <https://accessmedicine.mhmedical.com/book.aspx?bookid=3095&isMissingChapte r=true>
17. Daugirdas JT. Manual de Diálisis, 5e [Internet]. Philadelphia, UNITED STATES: Wolters Kluwer; 2015 [quoted 8 May 2023]. Available at: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ueuropeav/detail.action?docID=6359421>

18. ALMUDENA MATEOS DAVILA. conceptos fundamentales en terapias continuas de depuración renal para Enfermeras. Vol. 1. Spain: Círculo rojo; 2022. 243 p.
19. Cota Delgado F. La hemofiltración venovenosa continua de alto y muy alto volumen puede aumentar la supervivencia en el paciente en situación de shock séptico [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universidad de Málaga; 2016 [quoted 24 April 2023]. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=150460>
20. Investigación RS. Hemofiltración. [Internet]. RSI - Revista Sanitaria de Investigación. 2021 [quoted 08 May 2023]. Available at: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/hemofiltracion/>
21. Francisco Cota Delgado. La mortalidad de pacientes con shock séptico tras resucitación precoz y hemofiltración veno-venosa continua de alto volumen [Tesis Doctoral]. [malaga]: Universidad de Málaga; 2015.
22. Romero CM, Downey P, Hernández G. Hemofiltración de alto volumen en shock séptico. Med Intensiva. June 2010;34(5):345-52.
23. Honoré PM, Matson JR. Extracorporeal removal for sepsis: Acting at the tissue level-the beginning of a new era for this treatment modality in septic shock. Crit Care Med. March 2004;32(3):896-7.
24. Di Carlo JV, Alexander SR. Hemofiltration for Cytokine-Driven Illnesses: The Mediator Delivery Hypothesis. Int J Artif Organs. 1 August 2005;28(8):777-86.
25. Herrera Gutiérrez ME. Técnicas de reemplazo renal continuas frente a las intermitentes: pro-continuas. Med Intensiva. March 2009;33(2):88-92.
26. Hemofiltración veno-venosa continua (HVVC) [Internet]. [Quoted 23 May 2023]. Available at: <http://hemofiltrobadajoz.blogspot.com/p/hemofiltracionvenenosa-continua-hvvc.html>
27. FRESENIUS MEDICAL CARE. TECNICAS CONTINUAS DE DEPURACION EXTRACORPOREA. 2015.
28. Miguel Muñoz Serapio. Técnicas de depuración extracorporea para enfermería. Elseiver España. Barcelona: Elseiver; 2012. 212 p.
29. Berrocal-Tomé FJ, Maqueda-Palau M, Moreno-Jiménez C, Dios-Guerra A de, Berrocal-Tomé FJ, Maqueda-Palau M, et al. Factores asociados a la duración del hemofiltro en técnicas continuas de depuración extracorpórea en el paciente ingresado en cuidados intensivos. Enferm Nefrológica. December 2021;24(4):389-97.
30. Milagros Fernández Lucasa, José Luis Teruel Brionesa . Técnicas de Hemodiálisis [Internet]. [Quoted 23 May 2023]. Available at: <https://static.elsevier.es/nefro/monografias/pdfs/nefrologia-dia-267.pdf>
31. Putzu A, Schorer R, Lopez-Delgado JC, Cassina T, Landoni G. Blood Purification and Mortality in Sepsis and Septic Shock. Anesthesiology. 1 September 2019;131(3):580-93.
32. Luhr R, Cao Y, Söderquist B, Cajander S. Trends in sepsis mortality over time in randomised sepsis trials: a systematic literature review and meta-analysis of mortality in the control arm, 2002-2016. Crit Care Lond Engl. 03 July 2019;23(1):241.
33. Borthwick EM, Hill CJ, Rabindranath KS, Maxwell AP, McAuley DF, Blackwood B. High-volume haemofiltration for sepsis in adults. Cochrane Emergency and Critical Care Group, editor. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 31 January 2017 [quoted 02 April 2023];2018(12). Available at: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008075.pub3>
34. Alves B/ O/ OM. DeCS – Descritores em Ciências da Saúde [Internet]. [Quoted 16 May 2023]. Available at: <https://decs.bvsalud.org/es/>
35. SIGN GRADING SYSTEM 1999 – 2012. [Internet]. [Quoted 14 May 2023]. Available at: https://www.sign.ac.uk/assets/sign_grading_system_1999_2012.pdf

36. Martin J. © Joanna Briggs Institute 2017 Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies. 2017;
37. Li Y, Zhou L, Yang L, Yuan F. Septic shock after liver transplantation successfully treated with endotoxin and cytokine adsorption continuous renal replacement therapy: a case report and literature review. *J Int Med Res.* julio de 2020;48(7):300060520940439.
38. Yu G, Cheng K, Liu Q, Wu W, Hong H, Lin X. Clinical outcomes of severe sepsis and septic shock patients with left ventricular dysfunction undergoing continuous renal replacement therapy. *Sci Rep.* 07 June 2022;12(1):9360.
39. Moisejevs G, Bormane E, Trumpika D, Baufale R, Busmane I, Voicehovska J, et al. Glutathione Reductase Is Associated with the Clinical Outcome of Septic Shock in the Patients Treated Using Continuous Veno-Venous Haemofiltration. *Medicina (Mex).* 06 July 2021;57(7):689.
40. Zuccari S, Damiani E, Domizi R, Scorcella C, D'Arezzo M, Carsetti A, et al. Changes in Cytokines, Haemodynamics and Microcirculation in Patients with Sepsis/Septic Shock Undergoing Continuous Renal Replacement Therapy and Blood Purification with CytoSorb. *Blood Purif.* 2020;49(1-2):107-13.
41. Kade G, Literacki S, Rzeszotarska A, Niemczyk S, Lubas A. Inflammatory Markers During Continuous High Cutoff Hemodialysis in Patients with Septic Shock and Acute Kidney Injury. In: Pokorski M, editor. *Trends in Biomedical Research [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2020 [quoted 6 May 2023]. p. 71-80. (Advances in Experimental Medicine and Biology; vol. 1251). Available at: http://link.springer.com/10.1007/5584_2019_458*
42. Yoon BR, Leem AY, Park MS, Kim YS, Chung KS. Optimal timing of initiating continuous renal replacement therapy in septic shock patients with acute kidney injury. *Sci Rep.* 19 August 2019;9(1):11981.
43. Schwindenhammer V, Girardot T, Chaulier K, Grégoire A, Monard C, Hurliaux L, et al. oXiris® Use in Septic Shock: Experience of Two French Centres. *Blood Purif.* 2019;47(Suppl. 3):29-35.
44. Chu L, Li G, Yu Y, Bao X, Wei H, Hu M. Clinical effects of hemoperfusion combined with pulse high-volume hemofiltration on septic shock. *Medicine (Baltimore).* February 2020;99(9):e19058.
45. Suárez M del T, Rodas L, Quíntela M, Mejía AP, Suárez M del T, Rodas L, et al. Valoración de la seguridad del paciente en la práctica clínica de terapia renal sustitutiva en las unidades de vigilancia intensiva. *Enferm Nefrológica.* March 2023;26(1):49-58.
46. Ramírez-Guerrero G, Baghetti-Hernández R, Godoy-Tello C, Villagrán-Cortés F, Torres-Cifuentes V, Garay-Coloma O, et al. COVID-19, shock séptico refractario y terapia extracorpórea de purificación sanguínea con OXIRIS®. *Infect Dis Ther.* February 2022;150(2):266-70.
47. Turani F, Barchetta R, Falco M, Busatti S, Weltert L. Continuous Renal Replacement Therapy with the Adsorbing Filter oXiris in Septic Patients: A Case Series. *Blood Purif.* 2019;47(Suppl. 3):54-8.
48. Brouwer WP, Duran S, Kuijper M, Ince C. Hemoadsorption with CytoSorb shows a decreased observed versus expected 28-day all-cause mortality in ICU patients with septic shock: a propensity-score-weighted retrospective study. *Crit Care.* December 2019;23(1):317.

Seguridad del azul de metileno en la prevención del síndrome vasopléjico en cirugía cardíaca: un meta-análisis.

Alberto Ramírez-Saiz, RN, Msc. (A.R.S.) Univ. Europea de Valencia. Department of Nursing and Nutrition, Faculty of Health Sciences
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7668-3173>

Gisela Palma-Aguilar, RN, Msc. (G.P.A.) Máster de Urgencias, Emergencias y Críticos, Universidad Europea de Valencia. Enfermera por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3795-6817>

Correspondencia: Alberto Ramírez. Av. Maestro Rodrigo 11-12º-2A, Valencia, España, 46015, ramirez_albsai@gva.es

Recibido: 17 julio 2024

Aceptado: 5 septiembre 2024

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

G.P.A. diseñó los instrumentos de recolección de datos, recopiló los datos, realizó los análisis iniciales, colaboró en el análisis cuantitativo y revisó críticamente el manuscrito.

A.R.S. conceptualizó y diseñó el estudio, coordinó y supervisó la recolección de datos, realizó el análisis cuantitativo y revisó críticamente el manuscrito para garantizar su contenido intelectual.

Todos los autores aprobaron la versión final del manuscrito tal como se presentó y aceptan la responsabilidad por todos los aspectos del trabajo.

Financiación: Los autores declaran que no han recibido financiación externa para la realización de este estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relacionados con este estudio.

PALABRAS CLAVE: Azul de metileno, síndrome vasopléjico, cirugía cardíaca, hipotensión refractaria, meta-análisis.

RESUMEN

Introducción y objetivos: El azul de metileno (AM) es utilizado en el tratamiento de la hipotensión refractaria asociada al síndrome vasopléjico durante la cirugía cardíaca. Este estudio busca evaluar los efectos adversos y la mortalidad en pacientes tratados con AM, así como analizar la duración de la estancia hospitalaria y realizar un meta-análisis sobre su seguridad en el contexto de cirugía cardíaca.

Material y métodos: Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados con grupo control, en pacientes mayores de 18 años, tratados con AM tras cirugía cardíaca. El meta-análisis utilizó una metodología bayesiana para evaluar los efectos adversos y eventos de morbimortalidad.

Resultados: De los 29 estudios identificados, cinco cumplieron los criterios de inclusión. Los resultados mostraron que el AM se asoció con una reducción significativa en la hemorragia postoperatoria y en la estancia hospitalaria. No se encontraron diferencias significativas en la incidencia de fallo renal, accidente cerebrovascular o necesidad de diálisis. Sin embargo, un estudio que administró AM tras el diagnóstico de síndrome vasopléjico reportó una reducción en el fallo multiorgánico y la mortalidad. El meta-análisis mostró una evidencia no concluyente sobre la seguridad general del AM.

Conclusiones: El AM podría ser eficaz en la reducción de complicaciones hemorrágicas y la mortalidad en pacientes con síndrome vasopléjico tras cirugía cardíaca. Sin embargo, la escasez de estudios y la variabilidad en las dosis utilizadas limitan la generalización de estos resultados, subrayando la necesidad de más investigaciones de alta calidad.

INTRODUCCIÓN

Marco teórico

El azul de metileno (AM) es particularmente conocido por su uso en el tratamiento de la metahemoglobinemia, una condición en la que la hemoglobina es oxidada a metahemoglobina, impidiendo el transporte eficiente de oxígeno.⁽¹⁾ Actúa inhibiendo la Óxido Nítrico Sintasa endotelial (eNOS), una enzima que cataliza la producción de Óxido Nítrico (NO) en las células del endotelio vascular a partir de L-arginina, oxígeno y NADPH.⁽²⁻⁵⁾ El NO es una molécula señalizadora crucial en diversos procesos fisiológicos y patológicos, incluyendo la vasodilatación, neurotransmisión, y la respuesta inmunitaria.⁽⁶⁾ El NO es un gas que se difunde a través de las membranas celulares y se une a la Guanilato Ciclasa Soluble (sGC).⁽⁷⁾ La GCs es una enzima que transforma Guanosín Trifosfato (GTP) en Guanosín Monofosfato cíclico (GMPc), una molécula señalizadora que se une a los canales de potasio y favorece la salida extracelular del mismo, provocando la hiperpolarización de la célula muscular y dificultando su contracción.⁽⁸⁾ Al inhibir estas vías, el AM puede contrarrestar la vasodilatación excesiva y, por ende, la hipotensión.⁽⁷⁾

La hipotensión refractaria hace referencia a aquella que no responde adecuadamente a los tratamientos convencionales.⁽⁹⁾ Esta situación se presenta frecuentemente en estados de shock, donde la presión arterial permanece peligrosamente baja a pesar de la administración de líquidos intravenosos y vasopresores.⁽¹⁰⁾ Dentro del amplio espectro etiopatogénico del shock, cabe destacar el síndrome vasopléjico. Es una condición caracterizada por una vasodilatación severa y persistente que conduce a una hipotensión refractaria, a pesar de una adecuada resucitación con líquidos y el uso de vasopresores. No existen criterios diagnóstico estandarizados del mismo, sin embargo, se acepta que cursa con hipotensión persistente y resistente a vasopresores, gasto cardíaco normal o elevado y baja resistencia vascular sistémica.⁽¹¹⁾ Se calcula que entre el 5-50% de las personas sometidas a by-pass cardiopulmonar (BCP) podrían experimentar síndrome vasopléjico, y la prevalencia alcanza el 16% en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.^(12, 13)

El AM puede ser utilizado en casos de shock refractario para contrarrestar la vasodilatación excesiva mediada por el NO.⁽¹⁴⁾ Ha sido utilizado como un tratamiento adyuvante para elevar la presión arterial en pacientes con shock séptico. Varios estudios han demostrado que la administración de AM puede mejorar la presión arterial y la perfusión tisular en pacientes con shock séptico.⁽¹⁵⁾

Sin embargo, el AM no está exento de riesgo. Se han descrito diversos efectos adversos, como la cromaturia, la metahemoglobinemia y, en dosis elevadas, hemólisis intravascular. Además, está contraindicado en pacientes con déficit enzimático de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.⁽¹⁶⁾

Justificación

El conocimiento sobre la seguridad del AM en el contexto del síndrome vasopléjico durante la cirugía cardíaca es de vital importancia, ya que aborda un tema crítico en la práctica clínica. Este síndrome puede complicar significativamente los procedimientos quirúrgicos, y el uso de AM podría ofrecer una alternativa terapéutica prometedora. Para el personal de enfermería, comprender la eficacia y seguridad de este tratamiento es esencial para garantizar una atención segura y basada en evidencia. Además, los hallazgos de este estudio pueden contribuir a mejorar los protocolos de manejo perioperatorio, optimizando así los resultados del paciente y reduciendo complicaciones.

Objetivos

El presente estudio tiene como objetivos: (1) evaluar los efectos adversos asociados con el uso de AM en procedimientos de cirugía cardíaca que implican bypass cardiopulmonar; (2) analizar la mortalidad y la duración de la estancia hospitalaria en pacientes tratados con AM; y (3) llevar a cabo un análisis cuantitativo, mediante un meta-análisis, de los efectos adversos relacionados con el uso de AM en el contexto de la cirugía cardíaca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Búsqueda bibliográfica y fuentes de información

El diseño de estudio es una revisión sistemática de la literatura científica publicada sobre la seguridad del AM en la hipotensión refractaria tras cirugía cardíaca. Para su elaboración se han seguido las directrices de la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) con el fin de cumplir sus objetivos de transparencia, reproducibilidad, calidad y comparabilidad.⁽¹⁷⁾

La búsqueda bibliográfica tuvo lugar en febrero del 2024 y se consultaron las bases de datos electrónicas PubMed, Scielo, Dialnet y TripDataBase. Se diseñó una estrategia de búsqueda individualizada para cada base de datos (Tabla 1).

Tabla 1: Estrategias de búsqueda en las bases de datos electrónicas.

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA	FILTROS	RESULTADOS
PUBMED	Methylen blue AND (hypotension OR shock OR vasoplegia)	Clinical trials and randomized controlled trial from last 20 years in adults	8
SCIELO	Methylen blue AND (hipotension OR shock OR vasoplegia)	Estudios publicados en los últimos 20 años. Artículos en journal de ciencias de la salud	12
DIALNET	Azul de metileno AND (hipotension OR shock OR vasoplejia)	Artículo de revista	2
TRIP DATA BASE	Methylen blue AND (hypotension OR shock OR vasoplegia)	Clinical trials from last 20 years	15

Selección de los estudios

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: (1) Ensayos Clínicos Aleatorizados con grupo control; (2) estudios con población mayor de 18 años; (3) estudios con pacientes ingresados en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) tras cirugía cardíaca ; (4) estudios que utilicen el AM y (5) estudios cuyo objetivo sea la prevención o reducción del síndrome vasopléjico.

Los criterios de exclusión fueron: (1) estudios experimentales con animales; (2) estudios que traten sobre otro tipo de shock diferente al síndrome vasopléjico y (3) estudios duplicados.

Extracción de datos

Dos revisores (GP y AR) evaluaron de manera independiente los resúmenes para su potencial inclusión. Los potenciales estudios fueron analizados a texto completo entre los dos revisores para su inclusión final y las discrepancias fueron resueltas por consenso entre ambos.

La información de los estudios fue recogida en una tabla prediseñada que contiene los siguientes apartados: características básicas de los estudios, tipo de cirugía, características de la muestra, tipo de intervención, objetivos, resultados principales, limitaciones del estudio y momento de recogida de datos.

Valoración del riesgo de sesgo

Para valorar la calidad de los Ensayos Clínicos se utilizó la escala Jadad, o sistema de puntuación de calidad de Oxford. Se trata de una escala validada inicialmente para el dolor, aunque ha sido ampliamente utilizada en otras áreas clínicas.⁽¹⁸⁾ El cuestionario consta de 7 ítems con una puntuación entre 0 (calidad débil) a 5 puntos (calidad buena).⁽¹⁹⁾

Análisis estadístico

Todos los efectos adversos y los eventos de morbimortalidad fueron extraídos de cada estudio y presentados en tablas de contingencia. En los estudios donde se realizaban diferentes mediciones temporales, se seleccionó el número más alto de eventos para obtener el total de pacientes que alguna vez presentaron dicho evento durante el estudio.

El riesgo relativo (RR) fue calculado para cada evento adverso de la siguiente forma: probabilidad de eventos negativos en el grupo experimental / probabilidad de eventos negativos en el grupo control. Se calculó el logaritmo natural del RR antes de realizar la media aritmética y la desviación estándar (SD) de todos los eventos adversos producidos en cada estudio. La transformación del RR a escala logarítmica permite que el 0 sea la ausencia de diferencias en la probabilidad de evento entre los dos grupos. Además, los valores negativos indican que el AM es un factor protector frente a eventos de morbimortalidad; mientras que, los valores positivos indican que el AM es un factor de riesgo frente a eventos adversos. Los RR iguales a 0 fueron descartados debido a la imposibilidad de calcular su logaritmo. Los estudios con menos de dos tipos de eventos adversos, tras excluir aquellos eventos donde el RR es igual a 0, fueron excluidos del meta-análisis por no contener suficiente información.

Se realizó un meta-análisis bayesiano con la herramienta JASP v.0.17.3 (JASP Team 2023), que integra el paquete metaBMA del lenguaje de programación R. La ventaja del análisis bayesiano es que evalúa el efecto total y la heterogeneidad comparando cuatro posibles modelos: (1) modelo de efecto aleatorio y H_0 , (2) modelo de efecto aleatorio y H_1 , (3) modelo de efecto fijo y H_0 y (4) modelo de efecto fijo y H_1 . El meta-análisis bayesiano analiza cómo cada modelo predice las observaciones reales, *a posteriori*, a partir de unas distribuciones previas, *a priori*.⁽²⁰⁾

El Factor Bayesiano (BF_{10}) es un ratio entre la evidencia de la hipótesis alternativa y la evidencia de hipótesis nula. El resultado ha sido interpretado de la siguiente forma:⁽²¹⁾ ($<1/100$) evidencia extrema de H_0 , ($1/100$ a $<1/30$) evidencia muy fuerte de H_0 , ($1/30$ a $<1/10$) evidencia fuerte de H_0 , ($1/10$ a $<1/3$) evidencia moderada de H_0 , ($1/3$ a <1) evidencia no concluyente de H_0 , (>1 a 3) evidencia no concluyente de H_1 , (>3 a 10) evidencia moderada de H_1 , (>10 a 30) evidencia fuerte de H_1 , (>30 a 100) evidencia muy fuerte de H_1 y (>100) evidencia extrema de H_1 . BF_{rf} es un ratio entre la evidencia del modelo de efecto aleatorio y el modelo de efecto fijo. La interpretación es similar al BF_{10} , descrito anteriormente. Los valores de BF_{rf} mayores de 1 indican evidencia a favor del modelo de efecto aleatorio, mientras que, valores menores de 1 indican evidencia a favor del modelo de efecto fijo. Se ha utilizado $\mu \sim \text{Cauchy}(0, 0.707)$ ⁽²²⁾ y $\tau \sim \text{Inv-Gamma}(1, 0.15)$ ^(23, 24) para configurar las distribuciones *a priori*.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

RESULTADOS

Selección de los estudios

Se obtuvieron un total de 29 estudios de las bases de datos, eliminando los 8 duplicados. Finalmente, cinco artículos cumplieron los criterios de inclusión y fueron incluidos en la revisión sistemática. El proceso de selección y cribado queda descrito en el diagrama de flujo de la Figura 1.

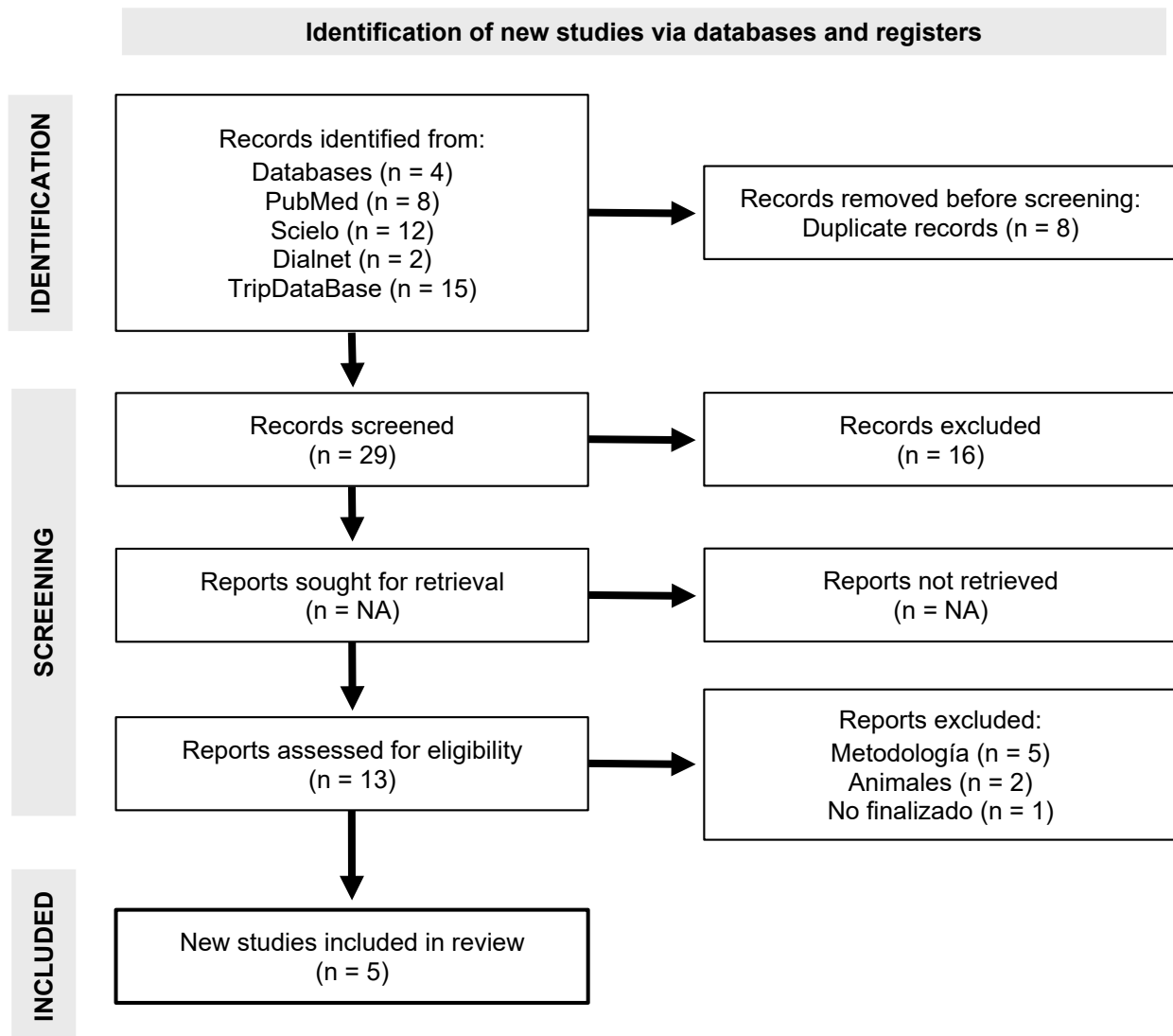


Figura 1: Diagrama de selección de artículos PRISMA⁽²⁵⁾

Características de los estudios incluidos

Los estudios incluidos fueron publicados entre 2004 y 2019. La puntuación media de calidad metodológica, medida con la escala Jadad, fue de 2.4 ± 1.1 . Las puntuaciones individuales de la escala Jadad quedan descritas en la Figura 2.

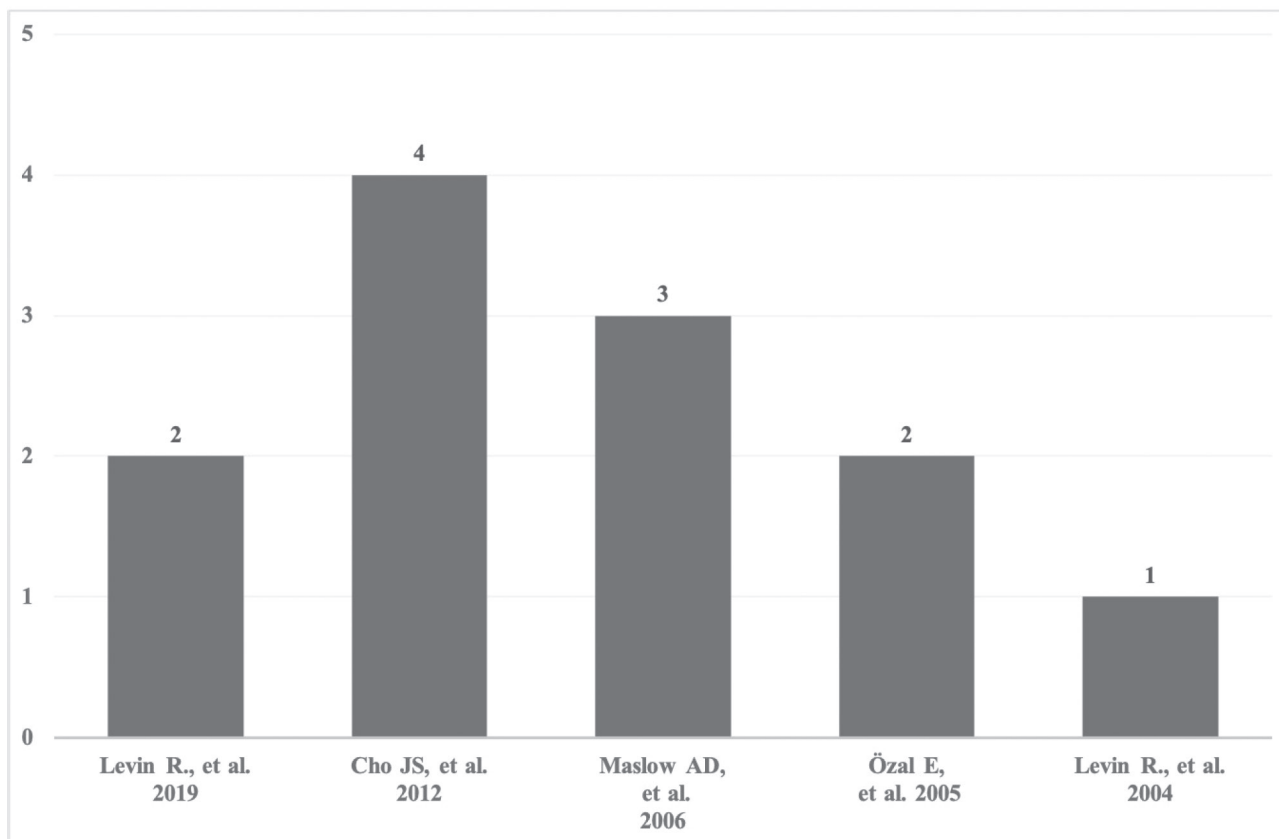


Figura 2: Puntuaciones en la escala Jadad

El estudio de Levin R et al.⁽¹⁴⁾ utilizó una muestra de 56 pacientes sometidos a cirugía cardíaca de revascularización coronaria con bypass cardiopulmonar (BCP) que cumplieron criterios de vasoplejía, 28 recibieron azul de metileno y 28 recibieron placebo. El estudio de Ozal E et al.⁽²⁶⁾ recogió una muestra de 100 pacientes en tratamiento con heparina, Inhibidores de la Enzima Convertidora de Angiotensina (IECA) y bloqueadores de los canales de calcio, que iban a ser sometidos a bypass coronario con BCP. La mitad de ellos recibieron la intervención con AM y la otra mitad recibió un placebo. El estudio de Maslow AD et al.⁽²⁷⁾ seleccionó a 30 pacientes en tratamiento con IECAs que iban a ser intervenidos de cirugía cardíaca, de los cuales 15 recibieron AM y 15 recibieron placebo con solución salina. En el estudio de Cho JS et al.⁽²⁸⁾ se incluyeron 42 pacientes con endocarditis que iban a ser sometidos a cirugía cardíaca con BCP, 21 recibieron AM y 19 solución salina. Finalmente, el estudio de Levin R et al.⁽²⁹⁾ incluyó a 64 pacientes que iban a someterse a una implantación de un Dispositivo de Asistencia Ventricular Izquierda (DAVI) con BCP, 33 recibieron AM y 31 solución salina como placebo.

La mayoría de estudios iniciaron la intervención antes de la intervención quirúrgica y antes de la aparición del síndrome vasopléjico.⁽²⁶⁻²⁹⁾ El estudio de Levin R. et al.⁽¹⁴⁾

fue el único que inició la administración de azul de metileno tras el diagnóstico de síndrome vasopléjico.

La dosis de AM utilizada varía entre estudios: cuatro estudios utilizaron dosis únicas de 1,5 mg/kg,⁽¹⁴⁾ 2 mg/kg^(26, 28) y 3 mg/kg;⁽²⁷⁾ mientras que un estudio utilizó una dosis inicial de 1,5 mg/kg seguida de una perfusión de 0,5 mg/kg/h.⁽²⁹⁾

Morbimortalidad del azul de metileno

El número de pacientes con hemorragia postoperatoria fue significativamente menor en el grupo tratado con AM (45,4%) en comparación con el grupo placebo (70,9%).⁽²⁹⁾ Un estudio no obtuvo diferencias entre grupos en el porcentaje de hematocrito ni en el uso de aprotinina y de ácido aminocaproico para el control de la hemorragia.⁽²⁷⁾ Un estudio no encontró diferencias en la media de unidades de concentrados de hematíes ni de plasma fresco congelado requeridos entre ambos grupos.⁽²⁶⁾ Aunque el volumen infundido de cristaloides y coloides en este mismo estudio sí que fue significativamente menor en el grupo tratado con AM. Otro estudio reportó una menor necesidad de unidades de concentrados de hematíes y de plasma fresco congelado por paciente en el grupo que recibió AM.⁽²⁸⁾

La tasa de reoperación fue menor en el grupo tratado con AM aunque no alcanzó la significancia.^(28, 29) Varios estudios reportaron menor tiempo de estancia hospitalaria y en UCI en el grupo de pacientes que recibieron AM frente al grupo placebo; ^(14, 26) aunque uno de ellos no fue significativo.⁽²⁸⁾ La mortalidad en el grupo de AM fue un 16,9% menor que en el grupo placebo del estudio de Levin R et al.⁽²⁹⁾, con un nivel de significancia de 0,05. Mientras que otro estudio no encontró diferencias significativas en la mortalidad entre ambos grupos.⁽²⁶⁾

Los estudios que administraron azul de metileno antes de la intervención quirúrgica no detectaron diferencias significativas entre grupos ni en la incidencia de fallo renal,^(28, 29) accidentes cerebrovasculares ^(26, 28, 29) y fallo multiorgánico,⁽²⁶⁾ ni en la necesidad de diálisis.⁽²⁹⁾ Tampoco hubo diferencias en la necesidad de ventilación mecánica mayor de 48 horas.⁽²⁸⁾ Los eventos cardíacos, como arritmias e isquemia, fueron similares en ambos grupos.⁽²⁷⁾ Por otra parte, el estudio que administra AM después de la instauración del síndrome vasopléjico,⁽¹⁴⁾ mostró una reducción significativa de fallo renal, fallo respiratorio, fallo multiorgánico, arritmias supraventriculares y sepsis en el grupo de pacientes con síndrome vasopléjico tratados con AM, frente al grupo placebo. Este mismo estudio no encontró diferencias en la necesidad de diálisis ni en la incidencia de fallo hepático, los accidentes cerebrovasculares o las arritmias ventriculares.

Otros eventos adversos, como náuseas, vómitos y mareos, fueron similares en ambos grupos.⁽²⁷⁾ Los niveles de metahemoglobinemia, medidos durante el BCP, fueron significativamente mayores en el grupo que recibió AM ($0,65 \pm 0,12$) frente al grupo placebo ($0,52 \pm 0,18$).⁽²⁷⁾

Meta-análisis

Tres estudios medían dos o más eventos adversos y fueron finalmente incluidos en el meta-análisis. Los estudios de Levin R et al.⁽²⁹⁾, Cho JS et al.⁽²⁸⁾ y Maslow AD et al.⁽²⁷⁾ tuvieron un log RR de morbilidad de -0.34 [-0.41, -0.27], -0.33 [-0.67, 0.01] y -0.07 [-0.20, 0.07], respectivamente. En la Figura 3 se muestran las diferencias en el tamaño de efecto con el modelo de efecto fijo -0.28 [-0.35, -0.22], el modelo de efecto aleatorio -0.23 [-0.48, 0.02] y un modelo de media ponderada de ambos -0.23 [-0.47, 0.01].

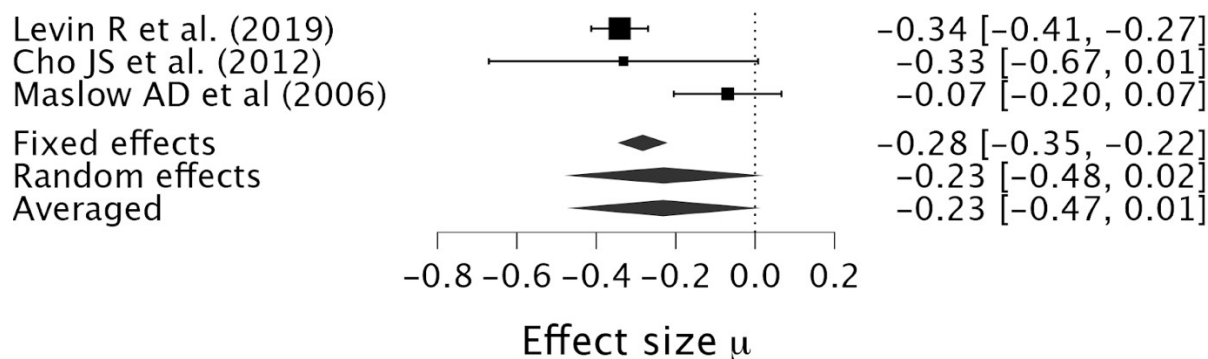


Figura 3: Forest plot de los eventos adversos totales.

El valor del BF_{rf} es de 48.23, lo que indica evidencia fuerte a favor del uso del modelo de efecto aleatorio. Por otra parte, el valor del BF_{10} para el modelo aleatorio es de 1 y, 1.04 para el modelo de media ponderada. Ambos resultados indican una evidencia no concluyente o anecdótica hacia la hipótesis alternativa y, por lo tanto, no permiten descartar la hipótesis nula. El resto de resultados quedan sintetizados en la Tabla 2.

Tabla 2: Estimaciones a posteriori por modelo.

		Media	SD	95% Intervalo Creíble		BF_{10}
				Superior	Inferior	
Efecto fijo	μ	-0.283	0.032	-0.347	-0.220	$7.784 \times 10^{+15}$
Efecto aleatorio	μ	-0.230	0.120	-0.481	0.023	0.999
	τ	0.190	0.132	0.056	0.518	24.106 *
Efecto medio	μ	-0.232	0.118	-0.474	0.015	1.041
	τ					48.229

Nota. μ y τ son el tamaño del efecto a nivel de grupo y la desviación estándar, respectivamente. El tamaño de efecto se mide en log RR.

* Factor bayesiano del efecto aleatorio en H_1 entre el efecto fijo en H_1 .

DISCUSIÓN

Seguridad del azul de metileno en cirugía cardíaca

El AM es un fármaco utilizado para varias patologías como la metahemoglobinemia y la hipotensión refractaria en shock séptico. Un trabajo de meta-análisis destacó que el AM no aumenta el riesgo de sufrir eventos adversos en pacientes con shock séptico.⁽³⁰⁾ A pesar de haber demostrado su seguridad en administración intravenosa, el uso de AM continúa siendo controvertido por la escasez de ensayos clínicos y por las discrepancias en su eficacia entre artículos.⁽³¹⁾

La literatura encontrada en esta revisión fue escasa y solo cinco ECAs cumplieron los criterios para ser incluidos. Además, las características de los artículos dificultan las comparaciones entre estudios. La dosis administrada de AM es muy variable y no hay un consenso de la dosis o pauta de administración adecuada. El estudio de Maslow AD et al.⁽²⁷⁾, que utilizó una dosis de 3 mg/kg, obtuvo peor puntuación media en el análisis cuantitativo de riesgo de eventos adversos frente a los estudios de Levin R et al.⁽²⁹⁾ y Cho JS et al.⁽²⁸⁾, con dosis de 1.5 y 2 mg/kg, respectivamente. Es posible que una mayor dosis de AM pueda conllevar a un incremento de los efectos adversos, según la tendencia del análisis cuantitativo. Sin embargo, la baja calidad metodológica y la escasez de ECAs no permite asegurar dicha correlación.

Los eventos hemorrágicos tras la cirugía cardíaca parecen reducirse con la administración de AM. El número de concentrados de hematíes y de plasma fresco congelado fue significativamente menor en el grupo de intervención, así como, el volumen de cristaloides infundidos. Diversos estudios han descrito el papel del AM en la reducción de las especies reactivas producidas durante procesos inflamatorios e infecciosos, y en la regulación del sistema inmunitario, alargando la vida de fibroblastos y favoreciendo la reparación de tejido.^(32, 33)

La mortalidad en el grupo tratado con AM fue significativamente menor, así como, la estancia en UCI y la estancia hospitalaria. Otros estudios, no pueden concluir resultados significativos, aunque la tendencia es favorable para el grupo de AM. No hubo diferencias significativas en la incidencia de fallos orgánicos en los estudios que administraron el AM antes de la intervención quirúrgica, sin embargo, sí se reportó una reducción significativa de estos en el estudio de Levin R et al.⁽¹⁴⁾

Los niveles de metahemoglobina fueron, paradójicamente, superiores en el grupo tratado con AM en el estudio de Maslow AD et al.⁽²⁷⁾ Estos resultados, no patológicos en ninguno de los dos grupos, continúan siendo contrarios a la literatura publicada hasta el momento y al mecanismo fisiológico del AM.

Limitaciones

La limitada literatura publicada sobre el uso de AM en cirugía cardíaca dificulta la generalización de los resultados y obliga a interpretar estos con precaución. Además, los ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) incluidos obtuvieron una puntuación moderada-baja en la escala JADAD de calidad metodológica.

La variabilidad en los resultados también puede atribuirse a los diferentes métodos utilizados en la administración de AM. No existe consenso sobre cuál es la dosis más adecuada para la prevención del síndrome vasopléjico ni sobre la forma de administración óptima; algunos estudios optan por un bolo único, mientras que otros prefieren un bolo inicial seguido de una perfusión continua.

El metaanálisis estuvo limitado por la baja incidencia de algunos efectos adversos y por la falta de información sobre estos en los estudios incluidos. La variabilidad en la dosis de AM administrada podría haber influido en los resultados.

Posibles líneas de investigación

Es fundamental realizar más ensayos clínicos de alta calidad con una muestra suficientemente grande para cuantificar de manera precisa los efectos adversos y los eventos de morbilidad asociados con el uso de AM en cirugía cardíaca. Estos estudios adicionales deberían diseñarse cuidadosamente para superar las limitaciones metodológicas observadas en investigaciones previas y garantizar resultados más robustos y generalizables.

Además, futuras investigaciones deben centrarse en establecer una relación clara entre la dosis de AM y su seguridad. Esto incluye la determinación de la dosis óptima que maximice los beneficios terapéuticos mientras minimiza los riesgos. Es crucial que los estudios comparen diferentes regímenes de administración, como el uso de un bolo único frente a un bolo inicial seguido de una perfusión continua, para identificar el enfoque más eficaz y seguro. La estandarización de estos protocolos contribuirá significativamente a mejorar la práctica clínica y a proporcionar directrices basadas en evidencia para el uso de AM en cirugía cardíaca.

Asimismo, es esencial realizar un seguimiento a largo plazo de los pacientes para evaluar los efectos prolongados del AM, tanto en términos de beneficios clínicos como de posibles complicaciones. El análisis detallado de los datos de morbilidad permitirá identificar subgrupos de pacientes que podrían beneficiarse más del tratamiento y aquellos que podrían estar en mayor riesgo de efectos adversos.

CONCLUSIONES

- El azul de metileno (AM) se ha demostrado como un fármaco seguro en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, contribuyendo a la reducción de eventos de morbilidad asociados.
- Los pacientes tratados con AM presentaron una menor estancia hospitalaria y en la UCI, así como una menor tasa de mortalidad en comparación con el grupo que no recibió AM.
- El meta-análisis identifica al AM como un factor protector contra los diversos eventos de morbilidad relacionados con la cirugía cardíaca. No obstante, los resultados obtenidos no permiten descartar por completo la posibilidad de que no haya diferencias significativas entre los grupos tratados y no tratados con AM.

BIBLIOGRAFÍA

1. Clifton J, Leikin JB. Methylene blue. *Am J Ther.* 2003;10(4):289-91.
2. Förstermann U, Sessa WC. Nitric oxide synthases: regulation and function. *Eur Heart J.* 2012;33(7):829-37.
3. Alderton WK, Cooper CE, Knowles RG. Nitric oxide synthases: structure, function and inhibition. *Biochem J.* 2001;357(3):593-615.
4. Schirmer RH, Adler H, Pickhardt M, Mandelkow E. Lest we forget you—methylene blue.... *Neurobiol Aging.* 2011;32(12):2325.e7-16.
5. Förstermann U, Sessa WC. Nitric oxide synthases: regulation and function. *Eur Heart J.* 2012;33(7):829-37. doi:10.1093/eurheartj/ehr304.
6. Moncada S, Higgs A. The L-arginine-nitric oxide pathway. *N Engl J Med.* 1993;329(27):2002-12.
7. Mayer B, Hemmens B. Biosynthesis and action of nitric oxide in mammalian cells. *Trends Biochem Sci.* 1997;22(12):477-81.
8. Denninger JW, Marletta MA. Guanylate cyclase and the NO/cGMP signaling pathway. *Biochim Biophys Acta Bioenerg.* 1999;1411(2):334-50. doi:10.1016/S0005-2728(99)00024-9.
9. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 2014;40(12):1795-815.
10. Vincent JL, De Backer D. Circulatory shock. *N Engl J Med.* 2013;369(18):1726-34.
11. Lomivorotov VV, Efremov SM, Kirov MY, Fominskiy EV, Karaskov AM. Low-cardiac-output syndrome after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(1):291-308. doi:10.1053/j.jvca.2016.05.020.
12. Landry DW, Oliver JA. The pathogenesis of vasodilatory shock. *N Engl J Med.* 2001;345(8):588-95.
13. Truby LK, Takeda K, Farr M, et al. Incidence and impact of on-cardiopulmonary bypass vasoplegia during heart transplantation. *ASAIO J.* 2018;64:43-51.
14. Levin RL, Degrange MA, Bruno GF, Del Mazo CD, Taborda DJ, Griotti JJ, et al. Methylene blue reduces mortality and morbidity in vasoplegic patients after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(2):496-9.
15. Weitzberg E, Lundberg JO. Nonenzymatic nitric oxide production in humans. *Nitric Oxide.* 1998;2(1):1-7.
16. Nogué S, Alonso JR. Metahemoglobina. In: Nogué S, editor. *Toxicología Clínica: Bases para el Diagnóstico y el Tratamiento de las Intoxicaciones en Servicios de Urgencias, Áreas de Vigilancia Intensiva y Unidades de Toxicología.* Barcelona: Elsevier; 2019. p. 497-8.
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372. doi:10.1136/bmj.n71.
18. Evaluation lists and scales for the quality of scientific studies. *Rev Cubana Inf Cienc Salud.* 2013;24(3):295-312.
19. Fernández-Gómez E, Sánchez-Cabeza A. Imaginería motora: revisión sistemática de su efectividad en la rehabilitación de la extremidad superior tras un ictus. *Rev Neurol.* 2018;66(5):137-46. doi:10.33588/rn.6605.2017394.
20. Berkhout SW, Haaf JM, Gronau QF, et al. A tutorial on Bayesian model-averaged meta-analysis in JASP. *Behav Res.* 2024;56:1260-82. doi:10.3758/s13428-023-02093-6.

21. Lee MD, Wagenmakers EJ. *Bayesian Modeling for Cognitive Science: A Practical Course*. Cambridge University Press; 2013.
22. Gronau QF, Heck D, Berkhout S, Haaf J, Wagenmakers EJ. A primer on Bayesian model-averaged meta-analysis. *Adv Methods Pract Psychol Sci*. 2021. doi:10.1177/25152459211031256.
23. Gronau QF, Van Erp S, Heck DW, Cesario J, Jonas KJ, Wagenmakers EJ. A Bayesian model-averaged meta-analysis of the power pose effect with informed and default priors: The case of felt power. *Compr Results Soc Psychol*. 2017;2(1):123-38.
24. Van Erp S, Verhagen J, Grasman RP, Wagenmakers EJ. Estimates of between-study heterogeneity for 705 meta-analyses reported in *Psychological Bulletin* from 1990–2013. *J Open Psychol Data*. 2017;5(1).
25. Haddaway NR, Page MJ, Pritchard CC, McGuinness LA. PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Syst Rev*. 2022;18. doi:10.1002/cl2.1230.
26. Ozal E, Kuralay E, Yildirim V, Kilic S, Bolcal C, Küçükarslan NT, et al. Preoperative methylene blue administration in patients at high risk for vasoplegic syndrome during cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(5):1615-9.
27. Maslow AD, Stearns G, Butala P, Schwartz CS, Gough J, Singh AK. The hemodynamic effects of methylene blue when administered at the onset of cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg*. 2006;103(1):2-8.
28. Cho JS, Song JW, Na S, Moon JH, Kwak YL. Effect of a single bolus of methylene blue prophylaxis on vasopressor and transfusion requirement in infective endocarditis patients undergoing cardiac surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2012;63(2):142-8.
29. Levin RL, Degrange MA, Bruno GF, Del Mazo CD, Taborda DJ, Griotti JJ, et al. Methylene blue reduces mortality and morbidity in vasoplegic patients after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2004;77(2):496-9.
30. Fernando SM, Tran A, Soliman K, Flynn B, Oommen T, Wenzhe L, et al. Methylene blue in septic shock: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Explor*. 2024;6(7). doi:10.1097/CCE.0000000000001110.
31. Hosseinian L, Weiner M, Levin MA, Fischer GW. Methylene blue: magic bullet for vasoplegia? *Anesth Analg*. 2016;122(1):194-201. doi:10.1213/ANE.0000000000001045.
32. Hamed E, Al Balah OFA, Refaat M, Badr AM, Afifi A. Photodynamic therapy mediated by methylene blue-loaded PEG accelerates skin mouse wound healing: an immune response. *Lasers Med Sci*. 2024;39(1):141. doi:10.1007/s10103-024-04084-1.
33. Hirakawa K, Mori M. Phenothiazine dyes induce NADH photooxidation through electron transfer: kinetics and the effect of copper ions. *ACS Omega*. 2021;6(12):8630-6. doi:10.1021/acsomega.1c00484.

The safety of methylene blue in the prevention of vasoplegic syndrome in cardiac surgery: a meta-analysis.

Alberto Ramírez-Saiz, RN, MSc. (A.R.S.) European University of Valencia. Department of Nursing and Nutrition, Faculty of Health Sciences
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7668-3173>

Gisela Palma-Aguilar, RN, MSc. (G.P.A.) Master's Degree in Casualties, Emergencies and Critical Care from the European University of Valencia. Degree in Nursing from the Pontifical Catholic University of Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3795-6817>

Correspondence: Alberto Ramírez. Av. Maestro Rodrigo 11-12^o-2A, Valencia, España, 46015, ramirez_albsai@gva.es

Received: July 17, 2024

Accepted: September 5, 2024

AUTHOR CONTRIBUTIONS

G.P.A. designed the data collection instruments, collected the data, conducted the initial analyses, assisted in the quantitative analysis and critically reviewed the manuscript.

A.R.S. conceptualised and designed the study, coordinated and supervised the data collection, conducted the quantitative analysis and critically reviewed the manuscript for academic content.

All the authors approved the final version of the manuscript as submitted and accept responsibility for all aspects of the study.

Funding: The authors declare that they have received no external funding for carrying out this study.

Conflicts of interests: The authors declare that they have no conflicts of interest related to this study.

KEY WORDS: Methylene blue, vasoplegic syndrome, cardiac surgery, refractory hypotension, meta-analysis.

ABSTRACT

Introduction and goals: Methylene blue (MB) is used in the treatment of refractory hypotension associated with vasoplegic syndrome during cardiac surgery. This study aims to assess adverse effects and mortality in patients treated with MA, as well as to analyse the length of hospital stay and perform a meta-analysis of safety in the context of cardiac surgery.

Material and methods: A systematic review was conducted following PRISMA guidelines. Randomised clinical trials with control group in patients aged 18 years and older treated with MB after cardiac surgery were included. The meta-analysis used a Bayesian methodology to assess adverse effects and morbidity and mortality events.

Results: Of the 29 studies identified, five met the inclusion criteria. The results showed that MB was associated with a significant reduction in postoperative bleeding and hospital stay. No significant differences were found in the incidence of renal failure, stroke or need for dialysis. However, one study that administered MB after diagnosis of vasoplegic syndrome reported a reduction in multi-organ failure and mortality. The meta-analysis showed inconclusive evidence on the overall safety of MB.

Conclusions: MB may be effective in reducing bleeding complications and mortality in patients with vasoplegic syndrome after cardiac surgery. However, the relative lack of studies and the variability in the doses used limit the generalisation of these results, underlining the need for more high-quality research.

INTRODUCTION

Theoretical framework

Methylene blue (MB) is particularly well known for its use in the treatment of methaemoglobinaemia, a condition in which haemoglobin is oxidised to methaemoglobin, preventing efficient oxygen transport.⁽¹⁾ It acts by inhibiting endothelial nitric oxide synthase (eNOS), an enzyme that catalyses the production of nitric oxide (NO) in vascular endothelial cells from L-arginine, oxygen and NADPH.⁽²⁻⁵⁾ NO is a crucial signalling molecule in several different physiological and pathological processes, including vasodilation, neurotransmission, and immune response.⁽⁶⁾ NO is a gas that diffuses across cell membranes and binds to soluble guanylate cyclase (sGC).⁽⁷⁾ sGC is an enzyme that transforms Guanosine Triphosphate (GTP) into cyclic Guanosine Monophosphate (cGMP), a signalling molecule that binds to potassium channels and promotes the extracellular outflow of potassium, thereby causing the hyperpolarisation of the muscle cell and hindering its contraction.⁽⁸⁾ By inhibiting these pathways, MB can counteract excessive vasodilation and thus hypotension.⁽⁷⁾

Refractory hypotension refers to hypotension that does not respond appropriately to conventional treatment.⁽⁹⁾ This situation frequently occurs in states of shock, where blood pressure remains dangerously low despite the administration of intravenous fluids and vasopressors.⁽¹⁰⁾ Within the broad aetiopathogenic spectrum of shock, vasoplegic syndrome is noteworthy. It is a condition characterised by severe and persistent vasodilatation leading to refractory hypotension despite sufficient fluid resuscitation and the use of vasopressors. There are no standardised diagnostic criteria, but it is accepted that it is characterised by persistent, vasopressor-resistant hypotension, normal or elevated cardiac output and low systemic vascular resistance.⁽¹¹⁾ It is estimated that 5-50% of people undergoing cardiopulmonary bypass (CPB) may experience vasoplegic syndrome, and the prevalence is as high as 16% in patients undergoing cardiac surgery.^(12,13)

MB can be used in refractory shock to counteract excessive NO-mediated vasodilation.⁽¹⁴⁾ It has been used as an adjuvant treatment to raise blood pressure in patients with septic shock. Several studies have shown that administration of MB can improve blood pressure and tissue perfusion in patients with septic shock.⁽¹⁵⁾

However, MB is not exempt from risk. Several different adverse effects have been reported, including chromaturia, methaemoglobinaemia and in high doses, intravascular haemolysis. Furthermore, it is contraindicated in patients with enzymatic deficiency of glucose-6-phosphate dehydrogenase.⁽¹⁶⁾

Reason for the study

Knowledge about the safety of MB in the context of vasoplegic syndrome during cardiac surgery is of vital importance, as it addresses a critical issue in clinical practice. This syndrome can significantly complicate surgical procedures, and the use of MB may provide a promising therapeutic alternative. For nurses, understanding the efficacy and safety of this treatment is essential in ensuring safe and evidence-based care. In addition, the findings of this study may contribute to improving perioperative management protocols, thereby optimising patient outcomes and reducing complications.

Goals

The present study aims to: (1) assess the adverse effects associated with the use of MB in cardiac surgery procedures involving cardiopulmonary bypass; (2) analyse mortality and the length of hospital stay in patients treated with MB; and (3) conduct a quantitative analysis, by means of a meta-analysis, of the adverse effects related to the use of MB in the context of cardiac surgery.

MATERIAL AND METHODS

Bibliographic search and sources of information

The study is designed as a systematic review of the scientific literature published on the safety of MB in refractory hypotension after cardiac surgery. The guidelines of the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines were followed in order to meet their goals of transparency, reproducibility, quality and comparability.⁽¹⁷⁾

The literature search took place in February 2024 and the electronic databases PubMed, Scielo, Dialnet and TripDataBase were consulted. An individualised search strategy was designed for each database (Table 1).

Table 1: Search strategy in electronic databases

DATABASE	STRATEGY	FILTERS	RESULTS
PUBMED	Methylene blue AND (hypotension OR shock OR vasoplegia)	Clinical trials and randomized controlled trial from last 20 years in adults	8
SCIELO	Methylene blue AND (hypotension OR shock OR vasoplegia)	Studies published in the last 20 years. Articles in health journals.	12
DIALNET	Methylene blue AND (hypotension OR shock OR vasoplegia)	Journal article	2
TRIP DATA BASE	Methylene blue AND (hypotension OR shock OR vasoplegia)	Clinical trials from last 20 years	15

Selecting studies

The inclusion criteria were as follows: (1) Randomised Clinical Trials with control group; (2) studies with population older than 18 years; (3) studies with patients admitted to Intensive Care Units (ICU) after cardiac surgery; (4) studies using MB and (5) studies aiming at the prevention or reduction of vasoplegic syndrome.

Exclusion criteria were: (1) experimental animal studies; (2) studies dealing with other types of shock than vasoplegic syndrome; and (3) duplicate studies.

Data extraction

Two reviewers (GP and AR) independently assessed abstracts for potential inclusion. Potential studies were analysed in their full text between the two reviewers for final inclusion and discrepancies were resolved by consensus between the two reviewers.

Study information was collected in a pre-designed table containing the following sections: basic study characteristics, type of surgery, sample characteristics, type of intervention, objectives, main outcomes, study limitations and the time of data collection.

Assessment of bias risk

The Jadad scale, or Oxford quality scoring system, was used to assess the quality of Clinical Trials. It is a scale initially validated for pain, although it has been widely used in other clinical areas.⁽¹⁸⁾ The questionnaire consists of 7 items with a score ranging from 0 (weak quality) and 5 points (good quality).⁽¹⁹⁾

Statistical analysis

All adverse effects and morbidity and mortality events were extracted from each study and presented in contingency tables. In studies where different time measurements were performed, the highest number of events was selected to obtain the total number of patients who at some time had such an event during the study.

The relative risk (RR) was calculated for each adverse event as follows: probability of negative events in the experimental group/probability of negative events in the control group. The natural logarithm of the RR was calculated before the arithmetic mean and standard deviation (SD) of all adverse events occurring in each study. The transformation of the RR to a logarithmic scale allows 0 to be the absence of differences in event probability between the two groups. In addition, negative values indicate that MB is a protective factor against morbidity and mortality events, while positive values indicate that MB is a risk factor against adverse events. RRs equal to 0 were discarded due to the impossibility of calculating their logarithm. Studies with less than two types of adverse events, after excluding those events where the RR is equal to 0, were excluded from the meta-analysis because they did not contain sufficient information.

A Bayesian meta-analysis was performed with the JASP tool v.0.17.3 (JASP Team 2023), which integrates the metaBMA package of R programming language. The advantage of Bayesian analysis is that it assesses the total effect and heterogeneity by comparing four possible models: (1) random effect model and H_0 , (2) random effect model and H_1 , (3) fixed effect model and H_0 and (4) fixed effect model and H_1 . Bayesian meta-analysis analyses how each model predicts the actual a posteriori observations from prior a priori distributions.⁽²⁰⁾

The Bayesian Factor (BF_{10}) is a ratio between the evidence for the alternative hypothesis and the evidence for the null hypothesis. The result has been interpreted as follows:⁽²¹⁾ ($<1/100$) extreme evidence for H_0 , ($1/100$ to $<1/30$) very strong evidence for H_0 , ($1/30$ to $<1/10$) strong evidence for H_0 , ($1/10$ to $<1/3$) moderate evidence for H_0 , ($1/3$ to <1) inconclusive evidence for H_0 , (>1 to 3) inconclusive evidence of H_1 , (>3 to 10) moderate evidence of H_1 , (>10 to 30) strong evidence of H_1 , (>30 to 100) very strong evidence of H_1 and (>100) extreme evidence of H_1 . BF_{τ} is a ratio between the evidence from the random-effect model and the fixed-effect model. The interpretation is similar to BF_{10} , described above. Values of BF_{τ} greater than 1 indicate evidence in favour of the random effect model, while values less than 1 indicate evidence in favour of the fixed effect model. We used $\mu \sim \text{Cauchy}(0, 0.707)$ ⁽²²⁾ and $\tau \sim \text{Inv-Gamma}(1, 0.15)$ ^(23, 24) to set up the a priori distributions.

Conflicts of interests

The authors declare that they have no conflicts of interest.

RESULTS

Selecting studies

A total of 29 studies were obtained from the databases, eliminating 8 duplicates. Finally, five articles met the inclusion criteria and were included in the systematic review. The selection and screening process is described in the flow chart in Figure 1.

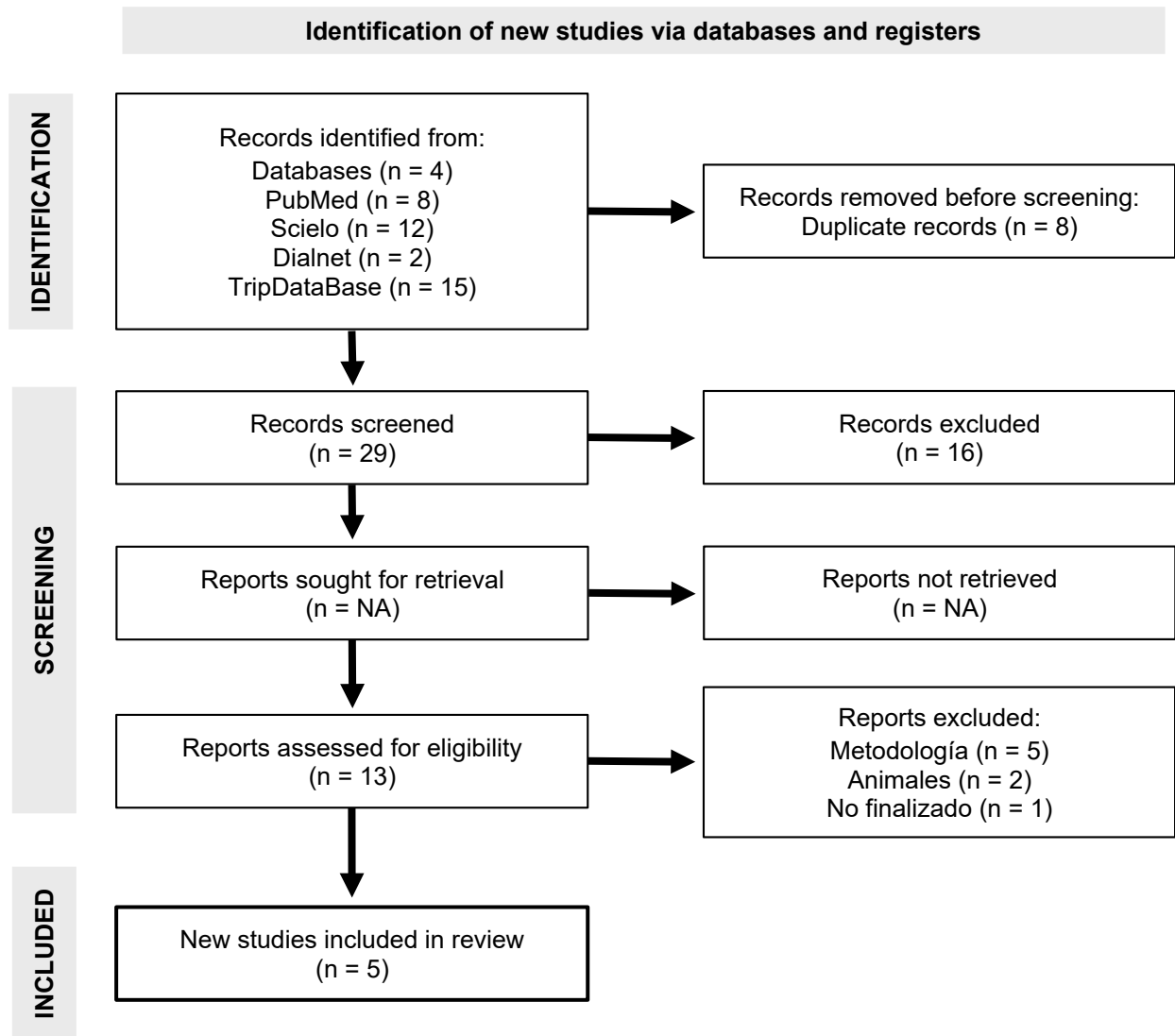


Figure 1: PRISMA item selection diagram ⁽²⁵⁾

Characteristics of the studies included

The studies included were published between 2004 and 2019. The mean methodological quality score, as measured by the Jadad scale, was 2.4 ± 1.1 . The individual Jadad scale scores are shown in Figure 2.

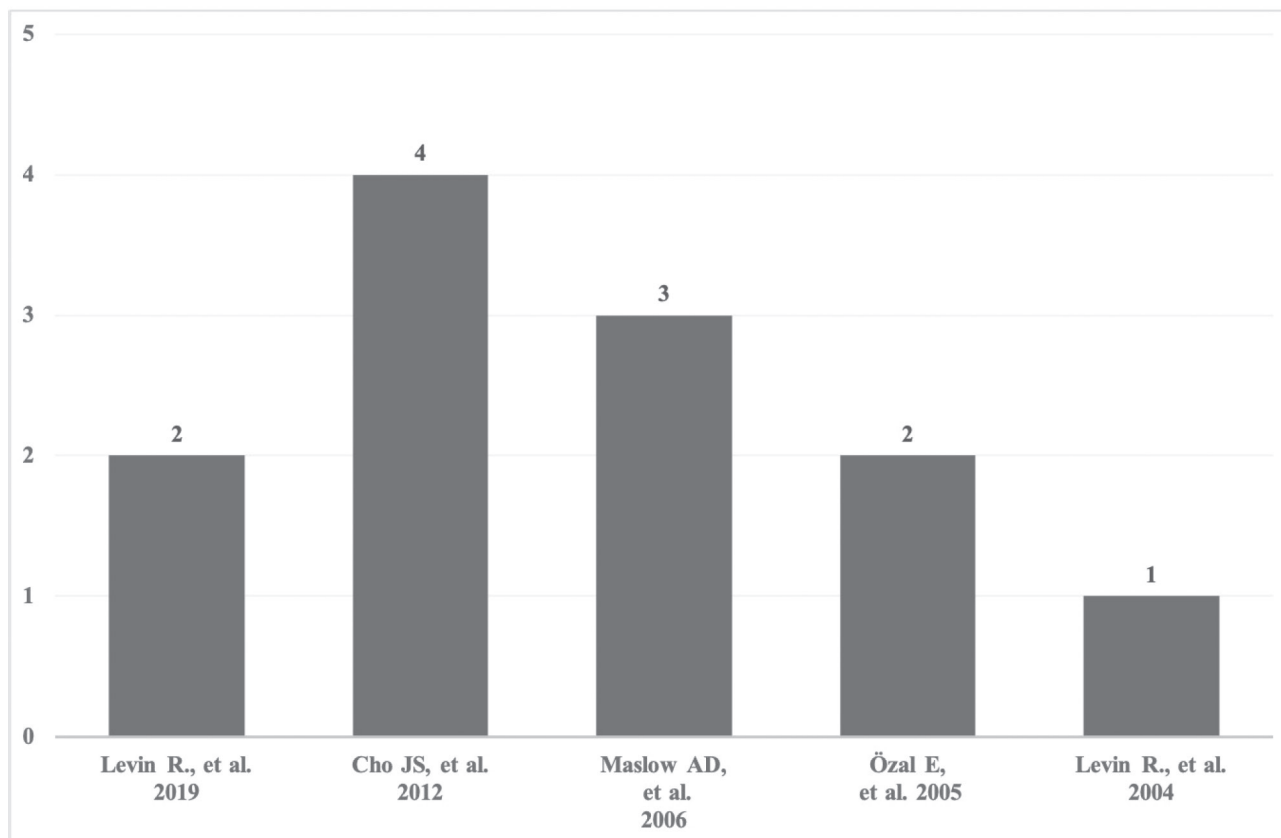


Figure 2: Individual Jadad scale scores

The study by Levin R et al.⁽¹⁴⁾ used a sample of 56 patients undergoing coronary artery bypass surgery with cardiopulmonary bypass (CPB) who met vasoplegia criteria. 28 received methylene blue and 28 received placebo. The study by Ozal E et al.⁽²⁶⁾ collected a sample of 100 patients on heparin, angiotensin-converting enzyme inhibitors (ACE inhibitors) and calcium channel blockers, who were to undergo coronary artery bypass grafting with CPB. Half of them received the MB intervention and half received a placebo. The study by Maslow AD et al.⁽²⁷⁾ selected 30 patients on ACE inhibitors undergoing cardiac surgery, of whom 15 received MB and 15 received placebo with saline. The study by J.S. Cho et al.⁽²⁸⁾ included 42 patients with endocarditis undergoing cardiac surgery with CPB, 21 received MB and 19 received saline. Finally, the study by R. Levin et al.⁽²⁹⁾ included 64 patients undergoing left ventricular assist device (LVAD) implantation with CPB, 33 were given MB and 31 received saline as placebo.

Most studies initiated the intervention before surgery and before the onset of vasoplegic syndrome.⁽²⁶⁻²⁹⁾ The study by R. Levin et al.⁽¹⁴⁾ was the only one to initiate the administration of methylene blue after the diagnosis of vasoplegic syndrome.

The dose of MB used varies between studies: four of them used single doses of 1.5 mg/kg,⁽¹⁴⁾ 2 mg/kg^(26, 28) and 3 mg/kg;⁽²⁷⁾ while one of them used an initial dose of 1.5 mg/kg followed by perfusion of 0.5 mg/kg/h.⁽²⁹⁾

Morbimortality of methylene blue

The number of patients with postoperative bleeding was significantly lower in the MB-treated group (45.4%) compared to the placebo group (70.9%).⁽²⁹⁾ One study found no difference between groups in haematocrit percentage or in the use of aprotinin and aminocaproic acid for bleeding control.⁽²⁷⁾ Another study found no difference in the mean number of units of packed red cells and fresh frozen plasma required between the two groups.⁽²⁶⁾, although the volume of crystalloid and colloid infused in this same study was significantly lower in the MB-treated group. Another study reported a lower need for units of packed red cells and fresh frozen plasma per patient in the group that received MB⁽²⁸⁾

The re-operation rate was lower in the MB-treated group although it did not reach significance.^(28, 29) Several studies reported shorter hospital and ICU length of stay in the MB group versus the placebo group,^(14, 26) although one of them was not significant.⁽²⁸⁾ Mortality in the MB group was 16.9% lower than in the placebo group in the study by R. Levin et al.⁽²⁹⁾, with a significance level of 0.05. Another study found no significant difference in mortality between the two groups.⁽²⁶⁾

Studies that administered methylene blue before surgery detected no significant differences between groups in either the incidence of renal failure,^(28, 29) stroke^(26, 28, 29) and multi-organ failure,⁽²⁶⁾ or the need for dialysis.⁽²⁹⁾ There was also no difference in the need for mechanical ventilation greater than 48 hours.⁽²⁸⁾ Cardiac events, such as arrhythmias and ischaemia, were similar in both groups.⁽²⁷⁾ On the other hand, the study administering MB after the onset of vasoplegic syndrome⁽¹⁴⁾ showed a significant reduction in renal failure, respiratory failure, multi-organ failure, supraventricular arrhythmias and sepsis in the group of patients with vasoplegic syndrome treated with MB compared to the placebo group. The same study found no difference in the need for dialysis or in the incidence of liver failure, stroke or ventricular arrhythmias.

Other adverse events, such as nausea, vomiting and dizziness, were similar in both groups⁽²⁷⁾. Methaemoglobinaemia levels, measured during CPB, were significantly higher in the group receiving MB (0.65 ± 0.12) in comparison to the placebo group (0.52 ± 0.18).

Meta-analysis

Three studies measured two or more adverse events and were ultimately included in the meta-analysis. The studies by R. Levin et al.⁽²⁹⁾, J.S. Cho et al.⁽²⁸⁾ and A.D. Maslow et al.⁽²⁷⁾ had an RR log for morbidity and mortality of -0.34 [-0.41, -0.27], -0.33 [-0.67, 0.01] and -0.07 [-0.20, 0.07], respectively. Figure 3 shows the differences in effect size with the fixed effect model -0.28 [-0.35, -0.22], the random effect model -0.23 [-0.48, 0.02] and a weighted mean model of both -0.23 [-0.47, 0.01].

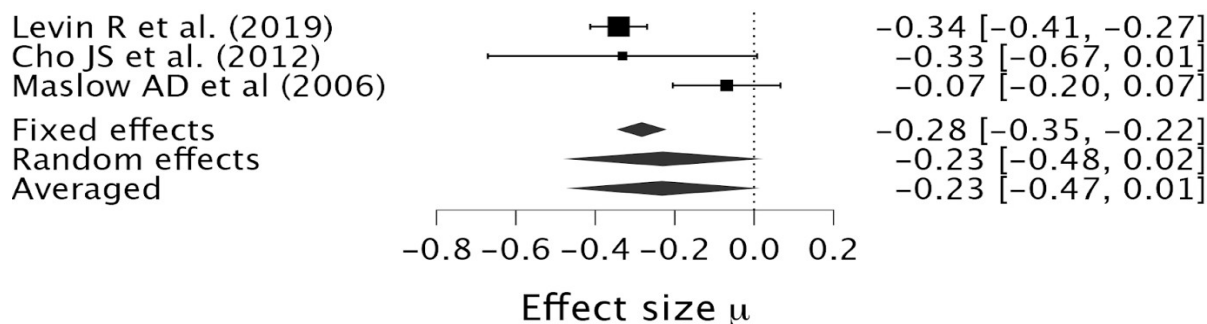


Figure 3: Forest plot of total adverse events.

The value of BF_{rf} is 48.23, indicating strong evidence in favour of using the random effect model. On the other hand, the value of BF_{10} for the random model is 1 and 1.04 for the weighted mean model. Both results indicate inconclusive or anecdotal evidence for the alternative hypothesis and do not therefore allow us to discard the null hypothesis. The rest of the results are summarised in Table 2.

Table 2: Estimates a posteriori by model

		Mean	SD	95% Confidence Interval		BF_{10}
				Higher	Lower	
Fixed effect	μ	-0283	0032	-0347	-0220	$7.784 \times 10^{+15}$
Random effect	μ	-0230	0120	-0481	0023	0999
	τ	0190	0132	0056	0518	24.106 *
Mean effect	μ	-0232	0118	-0474	0015	1041
	τ					48229

NB. μ and τ are the size of the group effect and the standard deviation, respectively. Effect size is measured in RR log.

* Bayesian factor of the random model in H_1 in the fixed model in H_1 .

DISCUSSION

The safety of methylene blue in cardiac surgery

MB is a drug used for several conditions such as methaemoglobinaemia and refractory hypotension in septic shock. A meta-analysis highlighted that MB does not increase the risk of adverse events in patients with septic shock.⁽³⁰⁾ Despite its proven safety in intravenous administration, the use of MB remains controversial due to the paucity of clinical trials and discrepancies in efficacy between articles.⁽³¹⁾

The literature found in this review was sparse and only five RCTs met the criteria for inclusion. In addition, the characteristics of the articles make comparisons between studies difficult. The dose of MB administered is highly variable and there is no consensus on the appropriate dose or schedule of administration. The study by A.D. Maslow et al.⁽²⁷⁾, which used a dose of 3 mg/kg, had a worse mean score in the quantitative analysis of risk of adverse events compared to the studies by R. Levin et al.⁽²⁹⁾ and J.S. Cho et al.⁽²⁸⁾, with doses of 1.5 and 2 mg/kg respectively. It is possible that a higher dose of MB may lead to an increase in adverse effects, based on the trend of the quantitative analysis. However, the low methodological quality and the paucity of RCTs do not allow the assurance of such a correlation.

Haemorrhagic events after cardiac surgery appear to be reduced with the administration of MB. The number of red cell concentrates and fresh frozen plasma was significantly lower in the intervention group, as was the volume of crystalloids infused. Several studies have described the role of MB in reducing reactive species produced during inflammatory and infectious processes, and in regulating the immune system, extending fibroblast life and promoting tissue repair.^(32, 33)

Mortality in the group treated with MB was significantly lower, as was ICU stay and hospital stay. Other studies cannot conclude significant results, although the trend is favourable for the MB group. There was no significant difference in the incidence of organ failure in the studies that administered MB prior to surgery, although a significant reduction in organ failure was reported in the study by R. Levin et al.⁽¹⁴⁾

Methaemoglobin levels were, paradoxically, higher in the MB-treated group in the study by A.D. Maslow et al.⁽²⁷⁾ These results, non-pathological in either group, remain contrary to the literature published to date and to the physiological mechanism of MB.

Limitations

The limited literature published on the use of MB in cardiac surgery makes it difficult to generalise the results and requires a cautious interpretation thereof. Furthermore, the randomised clinical trials (RCTs) included scored moderate-low on the JADAD scale of methodological quality.

The variability in results can also be attributed to the different methods used in the administration of MB. There is no consensus on the most appropriate dose for the prevention of vasoplegic syndrome and the optimal mode of administration; some studies favour a single bolus, while others prefer an initial bolus followed by continuous infusion.

The meta-analysis was limited by the low incidence of some adverse effects and the lack of information on adverse effects in the studies included. The variability in the dose of MB administered may have influenced the results.

Possible lines of research

Further high-quality clinical trials with a sufficiently large sample size are essential to accurately quantify adverse effects and morbidity and mortality events associated with the use of MB in cardiac surgery. These additional studies should be carefully designed to overcome the methodological limitations observed in previous research and ensure more robust and generalised results.

In addition, future research should focus on establishing a clear relationship between the MB dose and safety. This includes determining the optimal dose that maximises therapeutic benefits while minimising risks. It is crucial for studies to compare different administration regimens, such as the use of a single bolus versus an initial bolus followed by a continuous infusion, to identify the most effective and safe approach. Standardisation of these protocols will contribute significantly to improving clinical practice and providing evidence-based guidelines for the use of MB in cardiac surgery.

Long-term follow-up of patients is also essential to assess the long-term effects of MB, both in terms of clinical benefits and potential complications. Detailed analysis of morbidity and mortality data will identify subgroups of patients who may benefit most from treatment and those who may be at increased risk of adverse effects.

CONCLUSIONS

- Methylene blue (MB) has been shown to be a safe drug in patients undergoing cardiac surgery, contributing to the reduction of associated morbidity and mortality events.
- Patients treated with MB had a shorter hospital and ICU stay, as well as a lower mortality rate compared to the group that did not receive MB.
- The meta-analysis identifies MB as a protective factor against various morbidity and mortality events related to cardiac surgery. However, the results obtained do not allow us to completely rule out the possibility that there are no significant differences between the groups treated and not treated with MB.

BIBLIOGRAPHY

1. Clifton J, Leikin JB. Methylene blue. *Am J Ther.* 2003;10(4):289-91.
2. Förstermann U, Sessa WC. Nitric oxide synthases: regulation and function. *Eur Heart J.* 2012;33(7):829-37.
3. Alderton WK, Cooper CE, Knowles RG. Nitric oxide synthases: structure, function and inhibition. *Biochem J.* 2001;357(3):593-615.
4. Schirmer RH, Adler H, Pickhardt M, Mandelkow E. Lest we forget you—methylene blue... *Neurobiol Aging.* 2011;32(12):2325.e7-16.
5. Förstermann U, Sessa WC. Nitric oxide synthases: regulation and function. *Eur Heart J.* 2012;33(7):829-37. doi:10.1093/eurheartj/ehr304.
6. Moncada S, Higgs A. The L-arginine-nitric oxide pathway. *N Engl J Med.* 1993;329(27):2002-12.
7. Mayer B, Hemmens B. Biosynthesis and action of nitric oxide in mammalian cells. *Trends Biochem Sci.* 1997;22(12):477-81.
8. Denninger JW, Marletta MA. Guanylate cyclase and the NO/cGMP signaling pathway. *Biochim Biophys Acta Bioenerg.* 1999;1411(2):334-50. doi:10.1016/S0005-2728(99)00024-9.
9. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 2014;40(12):1795-815.
10. Vincent JL, De Backer D. Circulatory shock. *N Engl J Med.* 2013;369(18):1726-34.
11. Lomivorotov VV, Efremov SM, Kirov MY, Fominskiy EV, Karaskov AM. Low-cardiac-output syndrome after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(1):291-308. doi:10.1053/j.jvca.2016.05.020.
12. Landry DW, Oliver JA. The pathogenesis of vasodilatory shock. *N Engl J Med.* 2001;345(8):588-95.
13. Truby LK, Takeda K, Farr M, et al. Incidence and impact of on-cardiopulmonary bypass vasoplegia during heart transplantation. *ASAIO J.* 2018;64:43-51.
14. Levin RL, Degrange MA, Bruno GF, Del Mazo CD, Taborda DJ, Griotti JJ, et al. Methylene blue reduces mortality and morbidity in vasoplegic patients after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(2):496-9.
15. Weitzberg E, Lundberg JO. Nonenzymatic nitric oxide production in humans. *Nitric Oxide.* 1998;2(1):1-7.
16. Nogué S, Alonso JR. Metahemoglobina. In: Nogué S, editor. *Toxicología Clínica: Bases para el Diagnóstico y el Tratamiento de las Intoxicaciones en Servicios de Urgencias, Áreas de Vigilancia Intensiva y Unidades de Toxicología.* Barcelona: Elsevier; 2019. p. 497-8.
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372. doi:10.1136/bmj.n71.
18. Evaluation lists and scales for the quality of scientific studies. *Rev Cubana Inf Cienc Salud.* 2013;24(3):295-312.
19. Fernández-Gómez E, Sánchez-Cabeza A. Imaginería motora: revisión sistemática de su efectividad en la rehabilitación de la extremidad superior tras un ictus. *Rev Neurol.* 2018;66(5):137-46. doi:10.33588/rn.6605.2017394.
20. Berkhout SW, Haaf JM, Gronau QF, et al. A tutorial on Bayesian model-averaged meta-analysis in JASP. *Behav Res.* 2024;56:1260-82. doi:10.3758/s13428-023-02093-6.

21. Lee MD, Wagenmakers EJ. Bayesian Modeling for Cognitive Science: A Practical Course. Cambridge University Press; 2013.
22. Gronau QF, Heck D, Berkhout S, Haaf J, Wagenmakers EJ. A primer on Bayesian model-averaged meta-analysis. *Adv Methods Pract Psychol Sci*. 2021. doi:10.1177/25152459211031256.
23. Gronau QF, Van Erp S, Heck DW, Cesario J, Jonas KJ, Wagenmakers EJ. A Bayesian model-averaged meta-analysis of the power pose effect with informed and default priors: The case of felt power. *Compr Results Soc Psychol*. 2017;2(1):123-38.
24. Van Erp S, Verhagen J, Grasman RP, Wagenmakers EJ. Estimates of between-study heterogeneity for 705 meta-analyses reported in Psychological Bulletin from 1990–2013. *J Open Psychol Data*. 2017;5(1).
25. Haddaway NR, Page MJ, Pritchard CC, McGuinness LA. PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Syst Rev*. 2022;18. doi:10.1002/cl2.1230.
26. Ozal E, Kuralay E, Yildirim V, Kilic S, Bolcal C, Küçükarslan NT, et al. Preoperative methylene blue administration in patients at high risk for vasoplegic syndrome during cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(5):1615-9.
27. Maslow AD, Stearns G, Butala P, Schwartz CS, Gough J, Singh AK. The hemodynamic effects of methylene blue when administered at the onset of cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg*. 2006;103(1):2-8.
28. Cho JS, Song JW, Na S, Moon JH, Kwak YL. Effect of a single bolus of methylene blue prophylaxis on vasopressor and transfusion requirement in infective endocarditis patients undergoing cardiac surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2012;63(2):142-8.
29. Levin RL, Degrange MA, Bruno GF, Del Mazo CD, Taborda DJ, Griotti JJ, et al. Methylene blue reduces mortality and morbidity in vasoplegic patients after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2004;77(2):496-9.
30. Fernando SM, Tran A, Soliman K, Flynn B, Oommen T, Wenzhe L, et al. Methylene blue in septic shock: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Explor*. 2024;6(7). doi:10.1097/CCE.0000000000001110.
31. Hosseinian L, Weiner M, Levin MA, Fischer GW. Methylene blue: magic bullet for vasoplegia? *Anesth Analg*. 2016;122(1):194-201. doi:10.1213/ANE.0000000000001045.
32. Hamed E, Al Balah OFA, Refaat M, Badr AM, Afifi A. Photodynamic therapy mediated by methylene blue-loaded PEG accelerates skin mouse wound healing: an immune response. *Lasers Med Sci*. 2024;39(1):141. doi:10.1007/s10103-024-04084-1.
33. Hirakawa K, Mori M. Phenothiazine dyes induce NADH photooxidation through electron transfer: kinetics and the effect of copper ions. *ACS Omega*. 2021;6(12):8630-6. doi:10.1021/acsomega.1c00484.

ARTÍCULO BREVE

Evaluación por perfil asistida genéticamente en simulaciones clínicas

Francisco Gil Muñoz. Sveriges Lantsbrukuniversitet. Departamento de Genética Forestal y Fisiología Vegetal, 90183 Umeå, Suecia

José David Piñeiro Ramos. Doctor. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Europea de Valencia, 46010 Valencia, España

Lidian Bakkenes. Sveriges Lantsbrukuniversitet. Departamento de Vida Silvestre, Peces y Estudios Medioambientales, 90183 Umeå, Suecia

José Vte Carmona-Simarro. Doctor. Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Europea de Valencia, 46010 Valencia, España

INTRODUCCIÓN

La simulación puede acelerar la curva de aprendizaje y aumentar la retención de conocimientos técnicos sobre procedimientos y habilidades sin los riesgos asociados a usar cadáveres o pacientes reales. Las diferencias en la personalidad y las respuestas conductuales hacen que cada persona reaccione de manera distinta a situaciones estresantes, generando diferentes respuestas durante los entrenamientos. A pesar de estas diferencias, los entrenamientos de simulación suelen estandarizarse. Podría ser útil para optimizar los programas de entrenamiento si las fortalezas y debilidades individuales se pudieran predecir por adelantado.

Se reconoce, por norma general, que el comportamiento humano es resultado de información genética intrínseca y de influencias ambientales que definen a una persona durante el curso de su vida (McGue y Gouchard, 1998). La respuesta ante el estrés no es distinta. Tanto la respuesta ante el estrés como la resistencia a factores estresantes demuestran ser una combinación de factores genéticos y no genéticos, como la edad y la crianza. Asociaciones específicas de genética y fisiología se han relacionado previamente con rasgos de la personalidad como la ansiedad o impulsividad y la reacción de lucha o huida (Kozłowska et al., 2015; Rech et al., 2019). Se ha demostrado que las diferencias genéticas afectan a varios rasgos relacionados con la educación (Kong et al., 2018; Morris et al., 2020). Aunque los datos genéticos por sí mismos no proporcionen un método definitivo para predecir la conducta individual, pueden servir como un indicador para las respuestas conductuales en ambientes de estrés elevado.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio propuesto es investigar si existen grupos genéticos que tengan una correlación con las fortalezas y debilidades personales en el rendimiento del alumnado de enfermería en las simulaciones de entrenamiento para situaciones de emergencia.

METODOLOGÍA

El rendimiento del alumnado durante las simulaciones se clasificará en variables diferentes relacionadas con la simulación. Las medidas se tomarán exclusivamente en ejercicios de simulación que impliquen situaciones de estrés elevado y la toma de decisiones. Se puntuarán varios ejercicios de entrenamiento diferentes. Posteriormente, se analizarán los datos genéticos del alumnado utilizando matrices de polimorfismo de nucleótido único, con un enfoque específico en marcadores identificados en literatura previa que se asocian con la conducta o los rasgos de la personalidad. Los resultados del alumnado durante los ejercicios se normalizarán y se hará una comparación entre grupos genéticos.

RESULTADOS

Tanto la información sobre las evaluaciones por perfil como los resultados durante la simulación se presentarán a cada estudiante en una hoja de datos. El alumnado con una composición genética específica podría mostrar diferencias en las variables medidas relacionadas con su rendimiento en la simulación.

DISCUSIÓN / CONCLUSIONES

Cada año, el coste de las evaluaciones por perfil se reduce. Por ello, el enfoque genético se podría usar para desarrollar un entrenamiento personalizado. Los resultados de este experimento podrían contribuir a dar forma a un nuevo tipo de programa de entrenamiento en el cual los datos genéticos se empleen para predecir cómo rendirá cada estudiante en las simulaciones de situaciones de vida o muerte, como ya se utilizan en entrenamientos de atletismo (Neuren et al. 2020), o para detectar posibles discapacidades específicas de aprendizaje (Morris et al., 2020, Shero et al., 2021). Se podría prestar más atención a las debilidades en el entrenamiento, mientras que no sería necesaria tanta atención hacia las fortalezas. Como se ha mencionado anteriormente, la genética es solo uno de los factores que afectan al comportamiento y a la personalidad. El entorno desempeña un papel fundamental en la construcción de los rasgos de personalidad y afecta a la expresión de los genes (Kong et al., 2018). Por tanto, no se debería confiar exclusivamente en los datos genéticos, se deberán analizar también los puntos fuertes y débiles según el rendimiento real. De todas maneras, los resultados de este estudio pueden establecer una base para enfocar y personalizar más eficazmente los entrenamientos con simulaciones.

Insistimos en que las conclusiones siempre tendrán que contrastarse con pruebas de personalidad, y no basarse solo en los perfiles genéticos. Las diferencias genéticas (si las hay) podrían superarse con el entrenamiento y no dar lugar a diferencias tras el entrenamiento personalizado, ya que la conducta personal y las reacciones en situaciones de mucho estrés son difíciles de modelar con entrenamientos normales y simulaciones.

El uso que proponemos aquí es para mejorar la formación del futuro personal de enfermería en situaciones de emergencia, donde las reacciones instintivas pueden desempeñar un papel decisivo en el proceso de toma de decisiones.

1. Proponemos el uso para realizar un enfoque más individualizado de las simulaciones según el perfil de cada estudiante, con el objetivo de que la formación sea más eficaz.
2. Esto supone que la toma de decisiones en situaciones de emergencia se basa en la genética y puede predecirse, de modo que se hará más hincapié en el proceso de entrenamiento, ya sea a nivel individual o grupal.
3. Si se conocen más factores que afectan a la respuesta del personal de urgencias, se podrá poner en práctica un entrenamiento y una preparación más individualizados que redundarán en una mejor calidad de los tratamientos a los pacientes y que podrían influir positivamente en su pronóstico, lo que conllevaría un aumento de las posibilidades de supervivencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Shero, J., van Dijk, W., Edwards, A. et al. The practical utility of genetic screening in school settings. *npj Sci. Learn.* 6, 12 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00090-y>
- Naureen Z, Perrone M, Paolacci S, Maltese PE, Dhuli K, Kurti D, Dautaj A, Miotto R, Casadei A, Fioretti B, Beccari T, Romeo F, Bertelli M. Genetic test for the personalization of sport training. *Acta Biomed.* 2020 nov. 9;91(13-S):e2020012. doi: 10.23750/abm.v91i13-S.10593. PMID: 33170162; PMCID: PMC8023127.
- Kozłowska K, Walker P, McLean L, Carrive P. Fear and the Defense Cascade: Clinical Implications and Management. *Harv Rev Psychiatry.* 2015 jul-ago;23(4):263-87.
- Rech GE, Bogaerts-Márquez M, Barrón MG, Merenciano M, Villanueva-Cañas JL, Horváth V, et al. (2019) Stress response, behavior, and development are shaped by transposable element-induced mutations in *Drosophila*. *PLoS Genet* 15(2): e1007900. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007900>
- Morris TT, Davies NM, Davey Smith G. Can education be personalised using pupils' genetic data? *Elife.* 2020 mar. 10;9:e49962. doi: 10.7554/eLife.49962. PMID: 32151313; PMCID: PMC7064332.
- Kong A, Thorleifsson G, Frigge ML, Vilhjalmsón BJ, Young AI, Thorgeirsson TE, Benonisdóttir S, Oddsson A, Halldorsson BV, Masson G, Gudbjartsson DF, Helgason A, Bjornsdóttir G, Thorsteinsdóttir U, Stefansson K. The nature of nurture: effects of parental genotypes. *Science.* 2018;359:424–428. doi: 10.1126/science.aan6877.
- McGue M, Bouchard TJ Jr. Genetic and environmental influences on human behavioral differences. *Annu Rev Neurosci.* 1998;21:1-24. doi: 10.1146/annurev.neuro.21.1.1. PMID: 9530489.

SHORT ARTICLE

Genetic-assisted profiling in clinical simulations

Francisco Gil Muñoz. Sveriges Lantsbrukuniversitet. Department of Forest Genetics and Plant Physiology, 90183 Umeå, Sweden

José David Piñeiro Ramos. PhD. Faculty of Health Sciences, European University of Valencia, 46010 Valencia, Spain

Lidian Bakkenes. Sveriges Lantsbrukuniversitet. Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies, 90183 Umeå, Sweden

José Vte Carmona-Simarro. PhD. Department of Nursing, Faculty of Health Sciences, European University of Valencia, 46010 Valencia, Spain

INTRODUCTION

Simulation can accelerate the learning curve and increase retention of technical knowledge of techniques, procedures, and skills without the associated risks to using cadavers or on real patients. Differences in personality and behavioural responses makes people react to stressors differently, which leads to a variety of responses during these trainings. Despite these differences, simulation trainings are often standardised. If individual strengths and weaknesses could be predicted in advance, it could help to optimize training programs.

It is widely acknowledged that human behaviour is a result of both inherent genetic data as well as environmental influences that have shaped a person over the course of a lifetime (McGue and Gouchard, 1998). Stress responses are no different. Not only the responses to stress, but also resilience to stressors in first place is shown to be a combination of genetics and non-genetic factors such as age and upbringing. Specific genetic and physiological associations have been previously associated with personality traits like anxiety or impulsivity and fight or flight response (Kozłowska et al, 2015; Rech et al. 2019). Genetic differences have been shown to affect several education-related traits (Kong et al., 2018; Morris et al., 2020). While genetic data alone does not offer a definitive method for predicting individual behaviour, it may serve as an indicator for behavioural responses in high-stress environments.

Therefore, the objective of this proposed study is to investigate if there are genetic groups that correlate with personal strengths and weaknesses in the performance of nursing students in training simulations of an emergency situation.

METHODOLOGY

The performance of students during simulations will be graded in different variables related to the simulation. Measurements will only be taken in simulation exercises that involve high-stress emergency situations and choice making. Several different training exercises will be scored. Subsequently, genetic data of all students will be analysed using Single Nucleotide Polymorphism arrays, with a particular focus on markers identified in previous literature that are associated with behaviour or personality traits. Scores of the students during the exercises will be normalised and compared between genetic groups.

RESULTS

Information on genetic profiling as well as the scores during the simulation will be showcased per student in a dataset. Students with a certain genetic make-up might show differences in the measured variables related to the simulation performance.

DISCUSSION / CONCLUSION

As every year the cost of a genetic profiling gets lower and lower, the genetic approach could be used to develop a personalized training. The results from this experiment could help shape a new kind of training program in which genetic data is used to predict how a student will perform in simulations of life-or-death situations as already used in athletics training (Neureen et al. 2020) or detecting potential learning disabilities (Morris et al., 2020; Shero et al., 2021). Weaknesses could be given more attention in training, while strengths may need less. As previously mentioned, genetic background is only part of the factors affecting behaviour and personality. Environment plays a big role in shaping the personality traits of a person and affecting gene expression (Kong et al., 2018). Therefore, genetic data should never be solely relied upon, and assessments of strengths and weaknesses based on actual performance must also be analysed. Still, the results from this study can lay a foundation for a more personalised and effective approach to simulation trainings.

Again, the conclusions should be always supported with personality tests, and not just be relied on the genetic profiling. Genetic-based differences (if existent) could be overcome with training and will not lead to differences after the personalized training, as the personal behaviour and reactions in high-stress situations are difficult to model through regular training and simulations.

The use we propose here is to improve the training of future nurses in emergency situations, where the instinctive reactions can have a huge role in the decision-making process.

1. We propose the use for a more individualized approach of the simulations according to the profile of each student, with the aim of having a more effective training.
2. It will imply a genetic-based response to decision making in emergency situations, which can be predicted and therefore more emphasis will be put on the training process, either at an individual level and/or group level.
3. Knowing more factors that affect the response of the emergency personnel, we could implement a more individualized training and preparation that will end up in a better quality of treatments to the patients that might influence positively in the prognostic of the patients, which will lead to increased survival chances.

BIBLIOGRAPHY

- Shero, J., van Dijk, W., Edwards, A. et al. The practical utility of genetic screening in school settings. *npj Sci. Learn.* 6, 12 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00090-y>
- Naureen Z, Perrone M, Paolacci S, Maltese PE, Dhuli K, Kurti D, Dautaj A, Miotto R, Casadei A, Fioretti B, Beccari T, Romeo F, Bertelli M. Genetic test for the personalization of sport training. *Acta Biomed.* 2020 Nov 9;91(13-S):e2020012. doi: 10.23750/abm.v91i13-S.10593. PMID: 33170162; PMCID: PMC8023127.
- Kozłowska K, Walker P, McLean L, Carrive P. Fear and the Defense Cascade: Clinical Implications and Management. *Harv Rev Psychiatry.* 2015 Jul-Aug;23(4):263-87.
- Rech GE, Bogaerts-Márquez M, Barrón MG, Merenciano M, Villanueva-Cañas JL, Horváth V, et al. (2019) Stress response, behavior, and development are shaped by transposable element-induced mutations in *Drosophila*. *PLoS Genet* 15(2): e1007900. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007900>).
- Morris TT, Davies NM, Davey Smith G. Can education be personalised using pupils' genetic data? *Elife.* 2020 Mar 10;9:e49962. doi: 10.7554/eLife.49962. PMID: 32151313; PMCID: PMC7064332.
- Kong A, Thorleifsson G, Frigge ML, Vilhjalmsón BJ, Young AI, Thorgeirsson TE, Benonisdóttir S, Oddsson A, Halldorsson BV, Masson G, Gudbjartsson DF, Helgason A, Bjornsdóttir G, Thorsteinsdóttir U, Stefansson K. The nature of nurture: effects of parental genotypes. *Science.* 2018;359:424–428. doi: 10.1126/science.aan6877.
- McGue M, Bouchard TJ Jr. Genetic and environmental influences on human behavioral differences. *Annu Rev Neurosci.* 1998;21:1-24. doi: 10.1146/annurev.neuro.21.1.1. PMID: 9530489.

ARTÍCULO BREVE

El comienzo de una nueva etapa

María José Torres Rodilla. Graduada en Enfermería. Unidad Quirúrgica. Hospital de Liria. Valencia, España.
duemajose@gmail.com

RESUMEN

La enfermería es una profesión sumamente versátil que requiere una formación continua. Es fundamental aprender de las experiencias y perspectivas de otras enfermeras y enfermeros. Este artículo destaca la importancia de dar a conocer los comienzos en un quirófano que se inicia desde cero en todos los aspectos: personal sanitario, equipamiento, organización, capacitación y determinación.

Enfermería es una profesión muy polivalente, debemos estar en continua formación, siendo muy importante conocer experiencias y puntos de vista de otros compañeros. La importancia de este artículo radica en visibilizar los inicios en un quirófano que, además, parte de cero en todos los sentidos: personal sanitario, material, organización, formación y voluntad.

PALABRAS CLAVE: Enfermería de quirófano, catarata, especialización, educación continua, volición, oftalmología.

INTRODUCCIÓN

El inicio del personal de enfermería en el quirófano de un hospital nuevo representa un desafío considerable. Sin embargo, este reto puede superarse con éxito si se cultiva un profundo amor por la profesión de enfermería y se mantiene un firme compromiso con la mejora continua. La dedicación y el esfuerzo constante son fundamentales para elevar la calidad de la atención y cuidado al paciente.

Los inicios del personal de enfermería de quirófano en un hospital nuevo siempre son un reto, pero se puede sobrellevar, siempre que se ame la profesión enfermera y se intente mejorar con mucha voluntad para poder aumentar la calidad de atención al paciente.

El 3 de marzo 2015 se inauguró el hospital donde trabajo: el hospital de Llíria (Valencia) es de alta resolución; con 147 camas en 4 plantas, complementario al Arnau de Vilanova (Departamento Arnau-Llíria). Dispone de un servicio de oftalmología departamental, con consultas externas y quirófano₁.

Se realizan diversos tipos de cirugías: pterigion, ptosis, etc. La cirugía del cristalino (cataratas) se inició el 19 de Febrero de 2020. El personal mínimo por cada quirófano consta de 1 anestesista, 2 oftalmólogos, 2 enfermeras, 1 TCAE y 1 celador.

Para poder entender mejor la especialidad de oftalmología tendríamos que remitirnos a tiempos remotos. La catarata es la causa más común de pérdida de visión en el mundo. Aproximadamente existen entre 40 y 45 millones de personas ciegas en el mundo, y la mitad de ellas lo son por catarata.

La catarata senil es la mayor causa de discapacidad en la vejez. Las opacidades asociadas a la edad se encuentran en el 21% de las personas de entre 52 y 64 años, en el 53% de las personas entre 65 y 74 años, y en el 80% de los individuos entre 75 y 85 años.¹

Las técnicas quirúrgicas para la extracción de la catarata han sufrido diferentes transformaciones. Antiguamente, la cirugía se realizaba mediante la reclinación del núcleo hacia la cámara vítrea y existieron diversas técnicas a lo largo del tiempo. La invención de la facoemulsificación mediante ultrasonidos, descubierta por Charles Kelman a finales de 1960, supuso una revolución. Este método reducía la incisión quirúrgica a tan solo unos pocos milímetros.²

La cirugía actual consiste en el reemplazo del cristalino por una lente intraocular. Dichos implantes han sufrido modificaciones importantes, acompañando a todos estos eventos de la facoemulsificación.³ La actual clasificación de las lentes (además del tipo de material) comprende: lentes esféricas, multifocales, tóricas, intraoculares para cámara anterior, cámara posterior y lentes con filtros UV para proteger la mácula.⁴

OBJETIVO

Es fundamental destacar la importancia de que las enfermeras estén adecuadamente formadas para desempeñar roles específicos, como el trabajo en equipo en el área quirúrgica. Este entorno requiere habilidades especializadas y un alto nivel de competencia, lo cual representa un desafío significativo. Además, implica un compromiso constante de esfuerzo y voluntad para asegurar un desempeño óptimo y la seguridad del paciente.

Dar a conocer la importancia en la que radica que la enfermera esté bien formada para un puesto tan específico como es el del trabajo en equipo en un área quirúrgica. Todo ello conlleva un reto, así como esfuerzo y voluntad.

Si la enfermera tiene todas las características anteriores existirá un aumento en la calidad asistencial, reduciendo el nivel de ansiedad frente a un trabajo en el que hay inseguridades y desconocimiento por parte de una enfermera no formada. Actualmente hay especialidades en vigor, pero en la Comunidad Valenciana no está presente la enfermera especialista en médico-quirúrgica.

Desconocimiento hacia cómo debe actuar una enfermera sin especialidad específica quirúrgica en una cirugía oftalmológica, pasando incluso por los quirófanos de otras especialidades.

MÉTODOS

Antes de comenzar nuestra trayectoria en este hospital, la dirección de enfermería decidió ampliar nuestra formación en los quirófanos del Hospital Arnau de Vilanova de Valencia, que pertenece al mismo departamento de salud. Algunos de nosotros no teníamos experiencia previa en un entorno quirúrgico.

Antes de nuestra andadura entre las paredes de este hospital, la dirección de enfermería decidió ampliar nuestra formación en los quirófanos del hospital Arnau de Vilanova (Valencia). Ambos pertenecen al mismo departamento de salud. Algunos de nosotros no teníamos experiencia previa en un quirófano.

Existe una formación voluntaria mediante cursos de la EVES en relación con el trabajo en el área quirúrgica: la Escuela Valenciana de Estudios de la Salud es un centro de formación adscrito a la Conselleria de Sanidad, dependiente de la Dirección General de Recursos Humanos.

Fisabio Oftalmología Médica (FOM Valencia) ha convocado varias ediciones de formación en personal de enfermería oftalmológica, extendiendo dichos estudios al trabajo en el quirófano.

Los comerciales al cargo de material específico de oftalmología encargados de suministrar en nuestro hospital realizaron al principio formación para el personal de enfermería, enseñando la correcta colocación de una lente en un inyector, manejo del facomulsificador y actualización en cualquier novedad. En la actualidad, también se encargan de una charla formativa en los congresos de enfermería oftalmológica, a los que cualquier enfermera puede acudir. Existe un congreso anual de forma nacional y otro autonómico para poder ampliar conocimientos.

La enfermera instrumentista debe seguir un protocolo de actuación tal como exponen en su artículo Manchón López y Serrano Beritens (2008):

- preparar el quirófano
- preparar el campo quirúrgico
- conocer los pasos de la cirugía y el material necesario en cada momento
- dominar los aparatos de facoemulsificación (comúnmente llamados faco)
- estar pendiente de la cirugía a través del microscopio o televisión
- estar preparada frente a posibles complicaciones de la cirugía ⁵



Foto 1: Enfermera en el quirófano de oftalmología.

RESULTADOS

Frente a todos estos caminos nuevos para la enfermería, cada quirófano del hospital de Llíria posee un personal referente, así como en el quirófano de oftalmología. Dicha enfermera se encarga de realizar un control del material y una función organizativa frente al paciente vs comercial vs oftalmólogo. Con todo ello, se procede a un aumento en la calidad asistencial en cuanto a los recursos y al usuario.

Tras un trabajo de análisis de concordancia entre oftalmólogo y enfermera, Soto et al. (2008) hallaron la relación vinculada entre ambas profesiones. La actividad enfermera engloba desde las primeras pruebas en consultas, pasando por una gran colaboración en la cirugía y finalizando en los primeros cuidados posoperatorios.⁶

Existe un personal de enfermería que hace rotatorio en quirófanos extras para disminuir listas de espera de cirugía de cataratas en nuestro sistema nacional de salud. Es la muestra de un personal capacitado con mucha voluntad, que incluso había invertido horas personales en su formación aprendiendo de las compañeras de los turnos de los quirófanos programados habituales.



Foto 2: Enfermera impartiendo charla formativa sobre oftalmología en unas jornadas del hospital.

El hospital de Llíria se encuentra capacitado para poder aumentar diversos tipos de cirugías además de cataratas y cirugía palpebral. Hemos realizado un total de 837 cataratas hasta junio de 2023 con mínimas complicaciones y un buen grado de satisfacción del paciente en el trato y profesionalidad de los trabajadores.

El personal de enfermería es responsable de habilitar el área quirúrgica de forma que se pueda asegurar las máximas garantías de seguridad para el paciente. Será también responsable de los cuidados perioperatorios del paciente desde su entrada hasta su salida, así como de la preparación de todo el material necesario para la cirugía₂.

La enfermera instrumentista, debe conocer:

- la técnica quirúrgica, tipos de lentes y forma de plegado
- irrigación constante del ojo durante la cirugía para evitar la desecación de la córnea
- técnica aséptica minuciosa
- habilidad para manipular y montar suturas correctamente, con una delicada presión sobre el mango del porta-agujas
- mantener instrumental en orden en la mesa de Mayo, se debe respetar su posición original y no reordenarlos
- seguimiento de la cirugía constante a través del microscopio o televisión ⁷

DISCUSIÓN

“En el Real Decreto de 4 de diciembre de 1953 se unifican los estudios de enfermería, practicante y matrona en la titulación de Ayudante Técnico Sanitario (ATS), en el que oftalmología se imparte en la asignatura de patología médica y quirúrgica” (Hernández Martín, 2001).⁸ En 1977 pasó a convertirse en la Diplomatura en Enfermería, de tres años de duración. En Madrid, en Junio de 2010, se graduaron los primeros estudiantes a nivel nacional del Grado de Enfermería. En Valencia, las enfermeras en los quirófanos de oftalmología trabajaban como enfermeras circulantes y fue a principios de los años 70 cuando comenzó la labor real de la enfermera como instrumentistas en oftalmología.

En el Real Decreto 450/2005, artículo 2, en la actualidad, se convocan plazas para la formación de: Enfermería Obstétrico-Ginecológica (Matrona), Enfermería de Salud Mental, Enfermería Geriátrica, Enfermería del Trabajo, Enfermería de Cuidados Médico-Quirúrgicos, Enfermería Familiar y Comunitaria y Enfermería Pediátrica.⁹

Únicamente quedan por convocarse plazas de formación para la especialidad de Enfermería Médico-Quirúrgica. Existe la necesidad de creación de especialidades de enfermería a nivel quirúrgico y en oftalmología. Las enfermeras hacemos rotatorios por las diversas especialidades quirúrgicas.

La enfermera que lo desee puede costearse un máster en enfermería oftalmológica (incluyendo formación en el quirófano dentro de esta enseñanza académica) y cursos relacionados con la oftalmología, pero no está al alcance económico de cualquier persona.

De acuerdo con lo que dice el Código Deontológico de la Enfermería Española, «es solamente responsabilidad del profesional la actualización de sus propios conocimientos». El objetivo es evitar todo tipo de actuaciones que puedan causar daño a la salud e incluso la vida de las personas a las que se atiende. Este código añade también que «los enfermeros y enfermeras han de ser conscientes de la necesidad de una formación continuada» y puesta al día, así como del desarrollo de los conocimientos adquiridos de esta manera en su ejercicio profesional.¹⁰

BIBLIOGRAFÍA

1. Hospital Arnau de Vilanova. Disponible en: <http://arnau.san.gva.es/hospital-de-lliria>. [Visita el 7 de abril de 2024].
2. Lorente, R. y Mendicute, J. (2008). "Cirugía del Cristalino" Sociedad Española de Oftalmología. ISBN:978-84-7429-360-9
3. Honrubia López, F.M. y Cristóbal Bescós, J.A. (2005). "Complicaciones de la cirugía del cristalino" Sociedad Española de Oftalmología. ISBN: 84-89085-28-5
4. Torres, T. (2022). "Lo fundamental" Ed. Glosa. ISBN: 978-84-7429-750-8
5. Manchón López, L. F. y Serrano Beritens, M.C. (2008). "Protocolo de Actuación de Enfermería en la Intervención de Catarata". Cuidando la salud 8: 71-74. ISSN 196-1005.
6. Soto, M.N., Silvestre, M.C. y Andonegui, J. (2008). "Concordancia oftalmólogo-enfermera en la primera exploración postquirúrgica de la cirugía de cataratas". An Sist Sanit Navar 31, 3: 241-246.
7. Hensel, M. G. (2008). "Cirugía oftálmica" en Fuller, J. K. (ed.), Instrumentación quirúrgica: Teoría, técnica y procedimientos. (4ª ed). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana S. A.,pp. 654-681. ISBN: 978-968-7988-88-7.
8. Hernández Martín, F. (2001). "Enfermería Médico-Quirúrgica: concepto. Historia" en Arias Pérez, J., Arias, J. I., Aller, M. A., y Lorente, L. (eds.), Generalidades Médico- Quirúrgicas. España: Tebar, pp. 9-23. ISBN: 84-95447-11-8.
9. Boletín Oficial del Estado («BOE» núm.108, de 06/05/2005)
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2005/04/22/450/con>
10. Desongles Corrales, J., Canabal Berlanga, A., et al. (2004). "Diplomado en Enfermería/ats Del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia". ISBN: 9788466540650

SHORT ARTICLE

The beginning of a new stage

María José Torres Rodilla. Graduate in Nursing. Surgery Department. Lliria hospital. Valencia, España.
duemajose@gmail.com

ABSTRACT

Nursing is a highly versatile profession that requires ongoing training. Learning from the experiences and perspectives of other nurses is an essential part of the profession. This article highlights the importance of getting to know the beginnings of an operating theatre, starting from scratch, in all aspects: staffing, equipment, organisation, training and determination.

Nursing is a polyfacetic profession, we should have ongoing training; it is very important to be familiar with the experiences and points of view of other colleagues. The importance of this article lies in the fact that it makes the beginnings of an operating theatre visible; moreover, it starts from scratch in all aspects – healthcare personnel, equipment, organization, training and determination.

KEY WORDS: Surgery nursing, cataract, specialization, ongoing training, determination, ophthalmology.

INTRODUCTION

Starting to work in the operating theatre in a hospital is a considerable challenge for nursing staff. However, this challenge can be successfully overcome by cultivating a deep love for nursing and maintaining a solid commitment to ongoing improvement. Dedication and constant effort are fundamental elements in raising the quality of patient care.

When operating theatre nurses start work in a new hospital it is always a challenge, but one that can be overcome as long as you love nursing and strive to improve with a solid desire to increase the quality of patient care.

On 3 March 2015, the hospital where I work was officially opened: the hospital in Lliria (Valencia) is a top-level hospital with 147 beds on 4 floors, complementary to Arnau de Vilanova (Arnau-Lliria Department). It has an ophthalmology department, with outpatient consultations and an operating theatre.

Various types of surgery are carried out: pterygium, ptosis, etc. Lens surgery (cataract surgery) started on 19 February 2020. The minimum staff per operating theatre consists of 1 anaesthetist, 2 ophthalmologists, 2 nurses, 1 auxiliary nurse and 1 orderly.

In order to better understand the speciality of ophthalmology, we would have to go back to ancient times. Cataracts are the most common cause of vision loss in the world. There are approximately 40-45 million blind people in the world, and half of them are blind due to cataract problems. Senile cataract problems are the major cause of disability in old age. Age-related opacities are found in 21% of people aged 52-64, 53% of people aged 65-74 and 80% of individuals aged 75-85. ¹

Surgical techniques for cataract removal have undergone various changes over the years. In the past, surgery was performed by tilting the nucleus into the vitreous chamber; various techniques have existed

over time. The invention of ultrasound phacoemulsification, discovered by Charles Kelman in the late 1960s, was a revolution. This method reduced the surgical incision to just a few millimetres. ²

Surgery today involves replacement of the crystalline lens with an intraocular lens. Such implants have undergone major modifications, in company with phacoemulsification. ³ Current lens classifications (in addition to material type) include: aspheric, multifocal, toric, anterior chamber, posterior chamber and UV filter lenses to protect the macula.⁴

GOAL

It is critical to emphasize the importance of nurses being appropriately trained for specific roles, such as teamwork in the surgical area. This environment requires specialized skills and a high level of competence, which represents a significant challenge. It also implies a constant commitment of effort and willingness to ensure optimal performance and patient safety.

To raise awareness of the importance of the nurse being well trained for the specific role of teamwork in a surgical area. This involves a challenge, together with effort and willingness.

If the nurse has all the above characteristics, there will be an increase in the quality of care, reducing the level of anxiety in a job where there are insecurities and a lack of knowledge in an untrained nurse. Currently there are specialities in force, but in the self-governing region of Valencia there are no specialized medical-surgical nurses.

A lack of knowledge about how a nurse with no specific surgical speciality should act in ophthalmological surgery, even in the operating theatres of other specialities.

METHODS

Before we started working in this hospital, nursing management decided to extend our training in the operating theatres of the Arnau de Vilanova Hospital in Valencia, which belongs to the same health department. Some of us had no previous experience in a surgical environment.

Before we became nurses in this hospital, nursing management decided to extend our training in the operating theatres of the Arnau de Vilanova hospital (Valencia). Both belong to the same health department. Some of us had no previous experience in an operating theatre.

There is voluntary training organized by the Health Studies School of Valencia (EVES in Spanish) courses related to working in the surgical area: the EVES is a training centre attached to the Regional Government Health Department, and reports to the General Directorate of Human Resources.

Fisabio Medical Ophthalmology (FOM Valencia) has organized several training courses for ophthalmological nursing staff, extending these studies to work in the operating theatre.

The sales representatives in charge of specific ophthalmology material, who are responsible for supplying our hospital, initially provided training for the nursing staff, teaching them how to correctly place a lens in an injector, how to use the phaco-musifier and how to keep up to date with any new developments. Currently, they also give a training talk at the ophthalmological nursing congresses, which any nurse can attend. There is an annual national congress and a regional congress to broaden knowledge.

Scrub nurses have to follow an action protocol as described in the article by Manchón López and Serrano Beritens (2008):

- prepare the operating theatre
- prepare the surgical field
- be familiar with the different steps in the surgery and the necessary material at all times
- know how to use the phacoemulsification devices (commonly called phaco)
- monitor surgery under the microscope or on television
- be prepared for possible complications in surgery ⁵

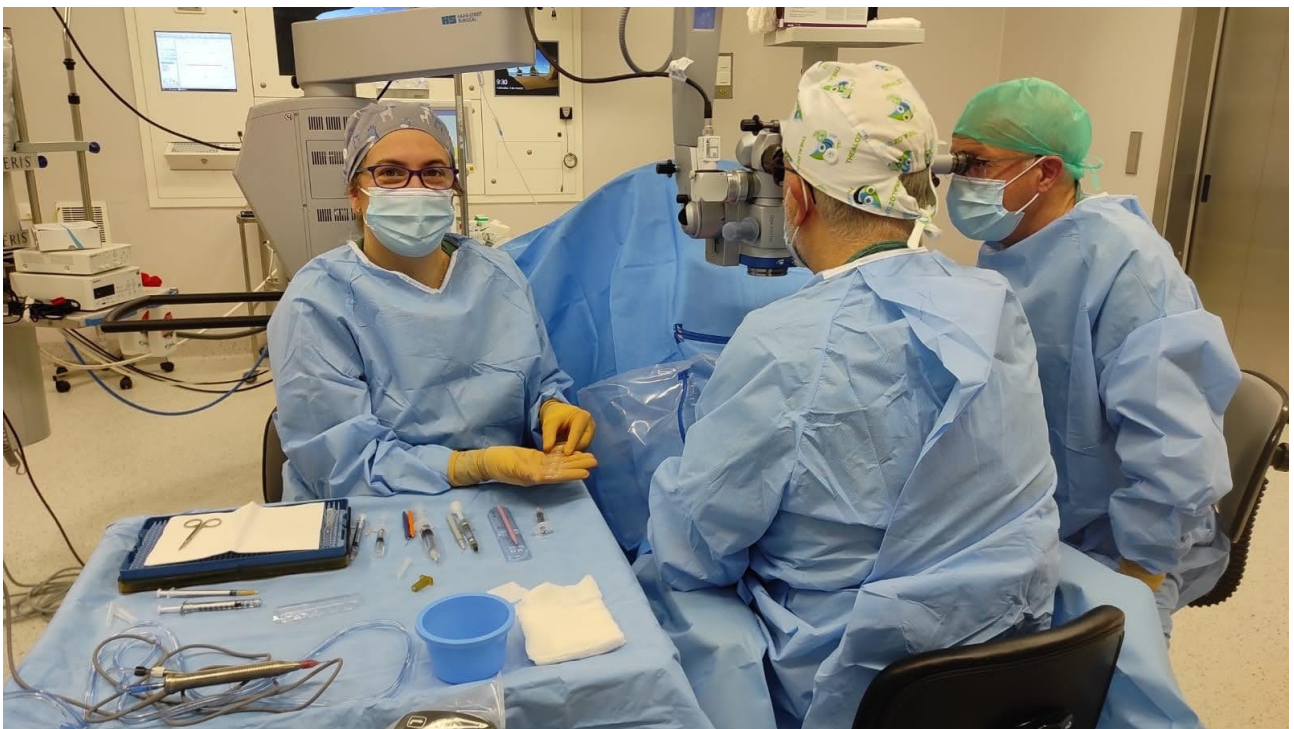


Photo 1: Nurse in the ophthalmology operating theatre.

RESULTS

Faced with all these new paths for nursing, each operating theatre in the Lliria hospital has a reference staff, including the ophthalmology operating theatre. This nurse is in charge of supervising the material and has an organizational function in relation to the patient vs. the salesperson vs. the ophthalmologist. This leads to an increase in the quality of care in terms of resources and users.

Following an analysis of the concordance between the ophthalmologist and the nurse, Soto et al. (2008) described the relationship between the two professions. Nursing encompasses from the first tests in consultations, through close collaboration in surgery and ending with the first postoperative care.⁶

There is a nursing staff that rotates in extra operating theatres to reduce waiting lists for cataract surgery in our national health system. This is the sign of a trained staff with great determination, who have even invested their own time in training, learning from their colleagues in the shifts of the regular scheduled operating theatres.



Photo 2: Nurse giving a training talk on ophthalmology at a conference at the hospital.

Lliria hospital is able to perform a wide range of surgeries in addition to cataract and eyelid surgery. We performed a total of 837 cataract operations up to June 2023, with minimal complications and a good degree of patient satisfaction with the treatment and professionalism of the staff

The nursing staff is responsible for setting up the surgical area in such a way as to ensure maximum safety guarantees for the patient. They are also responsible for the perioperative care of the patient from entry to exit, as well as for the preparation of all the material necessary for the surgery².

The scrub nurse should be familiar with:

- the surgical technique, types of lenses and folding method
- constant irrigation of the eye during surgery to prevent corneal desiccation
- thorough aseptic technique
- ability to manipulate and mount sutures correctly, with gentle pressure on the needle holder handle
- keeping instruments in order on the Mayo table, respecting their original position and not rearranging them
- constant monitoring of the surgery through the microscope or television⁷

DISCUSSION

“In the Royal Decree dated 4 December 1953, the studies of nursing, practitioner and midwife were unified in the qualification entitled Technical Health Assistant (ATS in Spanish), in which ophthalmology was taught in the subject of medical pathology and surgery” (Hernández Martín, 2001).⁸ In 1977 it became the three-year Diploma in Nursing. In Madrid, in June 2010, the first students graduated from the Bachelor’s Degree in Nursing in Spain. In Valencia, nurses in ophthalmology operating theatres used to work as circulating nurses; it was in the early 1970s when the real work of nurses as ophthalmology instrumentalists began.

In article 2 of Royal Decree 450/2005, there are at present calls for training in: Obstetric-Gynaecological Nursing (Midwife), Mental Health Nursing, Geriatric Nursing, Occupational Nursing, Medical-Surgical Care Nursing, Family and Community Nursing and Paediatric Nursing.⁹

Only training places for the speciality of Medical-Surgical Nursing have yet to be announced. There is a need for the creation of nursing specialities in surgery and ophthalmology. Nurses rotate through the various surgical specialities.

A nurse who so wishes can pay to study a Master’s degree in ophthalmic nursing (including training in the operating theatre as part of this academic education) and courses related to ophthalmology, but this is not within the financial reach of everyone.

According to the Spanish Nursing Code of Ethics, “it is the sole responsibility of the professional to update his or her own knowledge”. The aim is to avoid all kinds of action that may cause harm to the health and even the lives of the people they care for. The code also adds that “nurses should be aware of the need for ongoing training” and updating their knowledge. They should also put this knowledge into practice in their professional lives.¹⁰

BIBLIOGRAPHY

1. Hospital Arnau de Vilanova. Available at <http://arnau.san.gva.es/hospital-de-lliria>. [Retrieved 7 April, 2024].
2. Lorente, R. and Mendicute, J. (2008). "Cirugía del Cristalino" Sociedad Española de Oftalmología. ISBN:978-84-7429-360-9
3. Honrubia López, F.M. and Cristóbal Bescós, J.A. (2005). "Complicaciones de la cirugía del cristalino" Sociedad Española de Oftalmología. ISBN: 84-89085-28-5
4. Torres, T. (2022). "Lo fundamental" Ed. Glosa. ISBN: 978-84-7429-750-8
5. Manchón López, L. F. and Serrano Beritens, M.C. (2008). "Protocolo de Actuación de Enfermería en la Intervención de Catarata". Cuidando la salud 8: 71-74. ISSN 196-1005.
6. Soto, M.N., Silvestre, M.C. and Andonegui, J. (2008). "Concordancia oftalmólogo-enfermera en la primera exploración postquirúrgica de la cirugía de cataratas". An Sist Sanit Navar 31, 3: 241-246.
7. Hensel, M. G. (2008). "Cirugía oftálmica" in Fuller, J. K. (ed.), Instrumentación quirúrgica: Teoría, técnica y procedimientos. (4th ed). Madrid, Spain: Editorial Médica Panamericana S. A.,pp. 654-681. ISBN: 978-968-7988-88-7.
8. Hernández Martín, F. (2001). "Enfermería Médico-Quirúrgica: concepto. Historia" en Arias Pérez, J., Arias, J. I., Aller, M. A., y Lorente, L. (eds.), Generalidades Médico- Quirúrgicas. Spain: Tebar, pp. 9-23. ISBN: 84-95447-11-8.
9. Boletín Oficial del Estado («BOE» núm.108, de 06/05/2005)
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2005/04/22/450/con>
10. Desongles Corrales, J., Canabal Berlanga, A., et al. (2004). "Diplomado en Enfermería/ats Del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia". ISBN: 9788466540650



<https://www.journurs-cecova.com>



CECOVA
Nursing Council of the
Valencian Community