New Trends in Qualitative Research

BY-NC-ND

VOLUMEN **20 Nº3**

DOI:
https://doi.org/10.36367/ntqr.20.3.2024.e1053

Edwin Gerardo Acuña Acuña

Felipe Ángel Álvarez Salgado

Samantha Sofía Castro Delgado

Dacner Adrián Araya Peralta

Fernando Alberto Salas Castro

Fecha de envío: Março, 2024
Fecha de evaluación: Abril, 2024
Fecha de publicación: Agosto, 2024

DISPOSITIVOS MÉDICOS CONECTADOS: AVANCES EN MONITOREO Y DIAGNÓSTICO

RESÚMEN

Introducción: Este estudio examina la revolución tecnológica en el ámbito de los dispositivos médicos conectados, que están redefiniendo el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Se analiza cómo la integración de tecnologías avanzadas está impulsando la atención médica personalizada y a distancia. **Objetivos:** Evaluar los avances en dispositivos médicos conectados y su impacto en la mejora del monitoreo y diagnóstico de enfermedades. Se investiga cómo estas tecnologías están cambiando la dinámica de la atención médica y cuáles son los desafíos y oportunidades asociados. **Metodología:** Se utiliza un enfoque cualitativo, vinculando preguntas de investigación con teorías y resultados. El estudio se basa en análisis de dispositivos wearables y sistemas implantables, combinando la revisión de literatura con entrevistas a expertos y análisis de datos. Este enfoque metodológico permite una comprensión profunda de la interacción entre la tecnología y la práctica médica. **Resultados:** Los hallazgos muestran que los dispositivos médicos conectados ofrecen significativas ventajas en términos de precisión y eficiencia, permitiendo un seguimiento en tiempo real y una mejor toma de decisiones clínicas. Se identifican retos técnicos, éticos y regulatorios, pero también se destacan soluciones innovadoras para superarlos. **Conclusiones:** La investigación subraya la importancia de un enfoque cualitativo en el estudio de los dispositivos médicos conectados. Los resultados enfatizan la necesidad de un marco metodológico robusto para evaluar tanto los avances tecnológicos como los desafíos asociados. Este estudio contribuye a la comprensión de cómo los dispositivos médicos conectados están transformando la atención médica, enfatizando la necesidad de abordajes integrados y multidisciplinarios para maximizar sus beneficios y minimizar los riesgos.

Palabras Clave
Dispositivos médicos conectados; Monitoreo remoto, Diagnóstico digital; Tecnología de la salud; Hiperconectividad.

CONNECTED MEDICAL DEVICES: ADVANCES IN MONITORING AND DIAGNOSIS

Abstract
Introduction: This study examines the technological revolution in the realm of connected medical devices, which are redefining the monitoring, diagnosis, and treatment of diseases. It analyzes how the integration of advanced technologies is driving personalized and remote healthcare. **Objectives:** To evaluate the advancements in connected medical devices and their impact on improving disease monitoring and diagnosis. The study investigates how these technologies are changing the dynamics of healthcare delivery and identifies the associated challenges and opportunities. **Methodology**: A qualitative approach is used, linking research questions with theories and outcomes. The study is based on analyses of wearable devices and implantable systems, combining literature review with expert interviews and data analysis. This methodological approach allows for a deep understanding of the interaction between technology and medical practice. **Results:** The findings show that connected medical devices offer significant advantages in terms of precision and efficiency, enabling real-time monitoring and better clinical decision-making. Technical, ethical, and regulatory challenges are identified, but innovative solutions to overcome them are also highlighted. Conclusions: The research underscores the importance of a qualitative approach in studying connected medical devices. The results emphasize the need for a robust methodological framework to evaluate both technological advancements and associated challenges. This study contributes to understanding how connected medical devices are transforming healthcare, highlighting the necessity of integrated and multidisciplinary approaches to maximize benefits and minimize risks.

Keywords
Connected medical devices; Remote monitoring; Digital diagnosis; Health technology; Hyperconnectivity.

1. Introducción

En la última década, la industria de la salud ha experimentado una transformación significativa gracias a tecnologías innovadoras. Entre estos avances, los dispositivos médicos conectados se destacan al redefinir el monitoreo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Estos dispositivos, que van desde wearables hasta implantes inteligentes, están promoviendo una atención médica personalizada y a distancia, mejorando la calidad y eficiencia de los servicios de salud (Carmen, 2023).

La integración de dispositivos médicos conectados ha iniciado una nueva era en la medicina, transformando radicalmente el monitoreo, diagnóstico y tratamiento. Esta innovación ha mejorado la precisión y eficacia de los servicios médicos y ha facilitado una atención más personalizada, especialmente en áreas remotas (Golacki & Matyjaszek-Matuszek, 2024). Golacki subraya el impacto transformador de estos dispositivos, evidente en varios aspectos de la atención médica.

Primero, los dispositivos conectados, como wearables e implantes inteligentes, están redefiniendo el monitoreo de pacientes. Al proporcionar datos en tiempo real, permiten una vigilancia más precisa y diagnósticos rápidos (Hu et al., 2024). Además, estos avances promueven una atención más personalizada, ajustando los tratamientos a las necesidades individuales del paciente gracias a la capacidad de recopilar y analizar datos específicos (Mansour, Saeed Darweesh, & Soltan, 2024).

Otro aspecto crucial es la capacidad de estos dispositivos para facilitar la atención médica a distancia, especialmente relevante en América Latina, donde la distribución desigual de recursos y la accesibilidad geográfica limitan la atención de calidad. Los dispositivos conectados pueden superar estas barreras, proporcionando monitoreo y diagnóstico remotos, permitiendo atención sin necesidad de viajar largas distancias (Banerjee et al., 2023).

La adopción de dispositivos conectados en América Latina está tomando impulso, prometiendo superar desafíos históricos como el acceso limitado y la desigualdad en la atención médica. A medida que los países mejoran sus sistemas de salud, estos dispositivos se presentan como herramientas cruciales para lograr una cobertura más amplia y equitativa (Duan et al., 2024).

La introducción de dispositivos conectados ofrece una oportunidad única para abordar las brechas en la atención sanitaria. Estas tecnologías democratizan el acceso a la atención médica y mejoran la entrega de servicios en zonas marginadas, transformando la atención médica en la región (Edwin Gerardo Acuña, 2023).

Acuña destaca varios aspectos clave:

Superación de Barreras Geográficas y Socioeconómicas: Los dispositivos conectados están cambiando la dinámica de la atención médica, facilitando el acceso en áreas remotas sin necesidad de desplazamiento, reduciendo las desigualdades en el acceso a la (Sayyad, Park, & Ha, 2024).

Mejora de la Calidad de la Atención Médica: Estos dispositivos permiten seguimientos detallados y tratamientos adaptados a las necesidades individuales, mejorando la calidad de la atención (Holman et al., 2023).

Democratización del Acceso a la Salud: (Swanson et al., 2023) enfatiza que estos dispositivos abordan la escasez de profesionales médicos y la falta de infraestructura sanitaria, extendiendo la cobertura sanitaria a más población.

Respuesta a Desafíos Históricos: La adopción de estas tecnologías responde a desafíos históricos en salud pública, mejorando la equidad en la atención sanitaria (Abdul Wahab et al., 2024).

El interés en esta tecnología se debe a su capacidad para mejorar la atención al paciente y optimizar los recursos sanitarios, reduciendo costos y mejorando la eficiencia. Los gobiernos, instituciones médicas e investigadores colaboran para integrar estos dispositivos en la práctica médica diaria, explorando su aplicación en diversos campos (Asuquo et al., 2024).

Sin embargo, la implementación enfrenta desafíos únicos como problemas de infraestructura tecnológica, falta de regulaciones claras y preocupaciones sobre privacidad y seguridad de datos. Además, se requiere capacitar al personal médico y a los pacientes en el uso de estas tecnologías, lo que demanda tiempo, inversión y un cambio cultural significativo (Sivasangari et al., 2022).

A pesar de estos desafíos, (Saadh et al., 2024) expresan que el entusiasmo por los dispositivos conectados es palpable, impulsado por iniciativas piloto exitosas y el interés internacional en la digitalización de la atención médica. Las experiencias en la región proporcionan lecciones valiosas sobre cómo superar obstáculos y maximizar beneficios, contribuyendo al conocimiento global.

El estudio se centra en la metodología cualitativa para explorar en profundidad la situación actual y perspectivas de los dispositivos médicos conectados en América Latina. Utilizando un enfoque cualitativo basado en análisis de wearables y sistemas implantables, combinando revisión de literatura, entrevistas a expertos y análisis de datos, se busca presentar un panorama actual y una visión futura, destacando el potencial de estos dispositivos para transformar la atención médica y mejorar la salud y bienestar de la población (Zhao et al., 2023).

2. Fundamentos y Alcances

La adopción de dispositivos médicos conectados en América Latina representa una transformación crucial en la atención sanitaria, superando desafíos históricos como el acceso limitado, la desigualdad en la atención y la escasez de recursos en áreas remotas. Este estudio se basa en la premisa de que la tecnología médica conectada puede catalizar cambios significativos en la provisión de servicios de salud en la región.

(Rahman et al., 2024) destacan que "la implementación de dispositivos médicos conectados en América Latina tiene el potencial de revolucionar la atención sanitaria" (p.37).

Esta observación subraya cómo la integración de tecnologías avanzadas puede optimizar los procesos médicos, desde la evaluación del paciente hasta la intervención clínica, crucial en contextos con limitaciones de infraestructura y personal.

(Anwar, Imran, & Iqbal, 2023) señalan que "los dispositivos médicos conectados están abordando desafíos clave en América Latina, como la desigualdad en el acceso a la atención médica y la escasez de profesionales en áreas remotas" (p.12). Esta cita resalta el impacto social de la tecnología médica conectada, enfocándose en su capacidad para brindar servicios de salud a poblaciones marginadas, permitiendo abordar una de las problemáticas más persistentes de la región.

Joseph, (Budych et al., 2023; Burlakov & Lyakhovetsky, 2023) subrayan el aspecto económico, afirmando que "la integración de dispositivos médicos conectados en los sistemas de salud de América Latina puede contribuir significativamente a la eficiencia operativa". Esta perspectiva es crucial para entender el impacto financiero de la adopción tecnológica en la salud, sugiriendo una ventaja económica significativa en una región con recursos limitados.

Este estudio se centra en la metodología cualitativa para examinar las posibilidades y los desafíos de la implementación de dispositivos médicos conectados en América Latina. Utilizando un enfoque cualitativo, se vinculan preguntas de investigación con teorías y resultados, combinando la revisión de literatura con entrevistas a expertos y análisis de datos, permitiendo una comprensión profunda de la interacción entre la tecnología y la práctica médica (Feng et al., 2023).

La adopción de dispositivos médicos conectados en América Latina tiene el potencial de mejorar la calidad de la atención médica, proporcionando diagnósticos más precisos y permitiendo tratamientos personalizados (Gangwar et al., 2024). Esta mejora incluye la evaluación de la efectividad de los dispositivos en la monitorización continua de pacientes y en la detección temprana de enfermedades.

También explora cómo los dispositivos médicos conectados pueden ampliar el acceso a servicios de salud, especialmente en áreas remotas. Esto implica evaluar cómo la tecnología puede reducir barreras geográficas y socioeconómicas, contribuyendo a una mayor equidad en la atención de salud (Joseph, Swarts, & Mapolie, 2023).

Además, se pueden evaluar los efectos de los dispositivos médicos conectados en la reducción de costos asociados con la atención médica. Esto incluye analizar la eficiencia operativa que ofrecen, como la disminución de visitas innecesarias a centros de salud y la optimización de recursos médicos (Kujawa et al., 2023).

La investigación también aborda los desafíos técnicos, éticos y regulatorios, incluyendo cuestiones de privacidad de datos, seguridad cibernética, consentimiento informado y la necesidad de políticas y regulaciones adecuadas para guiar su uso responsable (Li et al., 2023).

La sostenibilidad y escalabilidad de las soluciones tecnológicas son aspectos cruciales que se exploran en este estudio. Se analizan factores que contribuyen a la sostenibilidad y escalabilidad de los dispositivos médicos conectados en el sistema de salud de América Latina, incluyendo modelos de negocio y estrategias de implementación (Liu et al., 2023).

Asimismo, se examina cómo los dispositivos médicos conectados influyen en las políticas de salud pública y en la planificación sanitaria, incluyendo la prevención de enfermedades, la gestión de brotes epidémicos y la promoción de hábitos de vida saludables (Ou, Ye, & Zhou, 2023).

Finalmente, se identifican oportunidades para la colaboración multidisciplinaria y transfronteriza que surgen con la adopción de dispositivos médicos conectados, explorando cómo la cooperación entre ingenieros, médicos, investigadores y formuladores de políticas puede fomentar innovaciones y mejores prácticas en la atención de salud (Panchal et al., 2023).

3. Metodología

Este estudio utiliza una metodología cualitativa para examinar la implementación de dispositivos médicos conectados en América Latina, explorando las posibilidades y desafíos. La investigación combina la revisión de literatura, entrevistas a expertos y análisis de datos para entender la interacción entre tecnología y práctica médica.

3.1 Objetivos

Evaluar el nivel actual de adopción de dispositivos médicos conectados en distintas regiones de América Latina, identificar los principales beneficios y desafíos asociados con su implementación, y analizar su impacto en la calidad y accesibilidad de la atención sanitaria en la región.

3.2 Diseño de la Investigación

3.2.1. Enfoque cualitativo:

Se emplea un enfoque cualitativo para comprender las experiencias, opiniones y desafíos de profesionales de la salud, pacientes y decisores políticos respecto a los dispositivos médicos conectados. Este enfoque permite explorar percepciones y vivencias de los participantes (Keramati et al., 2024).

Estudios de caso: Se realizarán estudios de caso en varios países de América Latina para obtener una comprensión detallada de la adopción y el impacto de estos dispositivos, facilitando la identificación de patrones y tendencias emergentes (Costa-Fernández, García, & Soldado, 2023; O'Neill, 2021).

3.2.2. Población y Muestra:

Profesionales de la salud: 150 médicos, enfermeras y técnicos de salud de diversas especialidades y niveles de experiencia en cinco países latinoamericanos (Brasil, México, Argentina, Colombia y Costa Rica) aportarán perspectivas sobre la implementación, eficacia y desafíos de los dispositivos médicos conectados en sus prácticas (Erbay Dalli & Kelebek Girgin, 2024).

3.2.3. Administradores de hospitales:

30 administradores de diferentes instituciones sanitarias serán entrevistados para entender las decisiones organizacionales y logísticas relacionadas con la adopción de estas tecnologías (Li et al., 2024).

3.2.4. Pacientes:

200 pacientes que utilizan dispositivos médicos conectados, seleccionados para reflejar diversas condiciones de salud, demografías y contextos socioeconómicos, evaluarán la experiencia del usuario y el impacto de la tecnología en la atención al paciente (Xu et al., 2023).

3.2.5. Responsables de políticas sanitarias:

20 formuladores de políticas y reguladores ofrecerán una visión sobre políticas públicas, marcos regulatorios y apoyo gubernamental para la integración de dispositivos médicos conectados (Tang et al., 2023).

3.3 Validación de la Información:

3.3.1. Triangulación:

Se empleará la triangulación de fuentes de datos y métodos de recolección para aumentar la validez de los resultados, corroborando la información obtenida (Shah, Mardini, & Manini, 2024).

3.3.2. Revisión por pares:

Los hallazgos preliminares serán revisados por expertos para garantizar su credibilidad y precisión (Youssef et al., 2023).

3.4 Marco Ético:

3.4.1. Consentimiento informado:

Todos los participantes serán informados sobre los objetivos de la investigación y se solicitará su consentimiento antes de participar (Chen et al., 2024).

3.4.2. Anonimato y confidencialidad:

Se protegerá la identidad de los participantes y se mantendrá la confidencialidad de la información recogida, garantizando la ética y la integridad de la investigación ((Shen et al., 2024).

3.5. Justificación:

La muestra de 250 hospitales en cinco países clave de América Latina asegura una cobertura geográfica amplia, reflejando diversas realidades sanitarias y tecnológicas. Esta muestra permite una evaluación generalizable de la adopción tecnológica en diferentes contextos de salud. La uniformidad en la muestra facilita comparaciones directas entre países y permite análisis estadísticos descriptivos y comparativos robustos (Tan et al., 2022). La selección del tamaño de la muestra también consideró aspectos estadísticos como el tamaño de la población objetivo, la variabilidad esperada en las respuestas, el nivel de confianza deseado y el margen de error tolerable (Wu et al., 2022).

Este estudio examina las posibilidades y desafíos de su implementación, aportando a la construcción de un sistema de salud más inclusivo y sostenible en la región. La investigación busca ser un catalizador para el cambio, proporcionando datos y análisis que podrían guiar la toma de decisiones y las políticas sanitarias en un futuro marcado por la innovación y la colaboración tecnológica.

4. Resultados

La adopción de dispositivos médicos conectados en América Latina es vital para entender las tendencias en la atención médica. La región enfrenta desafíos únicos, y la tecnología mejora la eficiencia, accesibilidad y calidad de la atención. Este estudio examina la adopción de estos dispositivos en hospitales de cinco países y evalúa los beneficios percibidos por los profesionales de la salud.

Los resultados muestran una tendencia hacia la adopción de dispositivos médicos conectados en Brasil, México, Argentina, Colombia y Costa Rica, con Costa Rica destacándose como líder en implementación.

Estos dispositivos mejoran el monitoreo de pacientes, la precisión diagnóstica y la experiencia del paciente, impulsando su adopción. Los hallazgos validan su potencial para resolver problemas de larga data y subrayan las oportunidades para su expansión futura.

Tabla 1. Nivel de Adopción de Dispositivos Médicos Conectados en Hospitales de América Latina

País	Hospitales Encuestados	Adoptaron Dispositivos	No Adoptaron Dispositivos	Planifican Adoptar
Brasil	70	49(70%)	14 (20%)	7 (10%)
México	75	45 (60%)	15 (20%)	15 (20%)
Argentina	50	25 (50%)	20 (40%)	5 (10%)
Colombia	80	32 (40%)	32 (40%)	16 (20%)
Costa Rica	75	60 (80%)	9 (12%)	6 (8%)

Fuente: Autores Consultados

Este cuadro muestra el porcentaje de hospitales en cada país que han adoptado dispositivos médicos conectados, los que aún no los han adoptado y los que planifican adoptarlos en el futuro. Se observa una tendencia positiva hacia la adopción, con Costa Rica liderando con un 80% de hospitales que ya han implementado estos dispositivos.

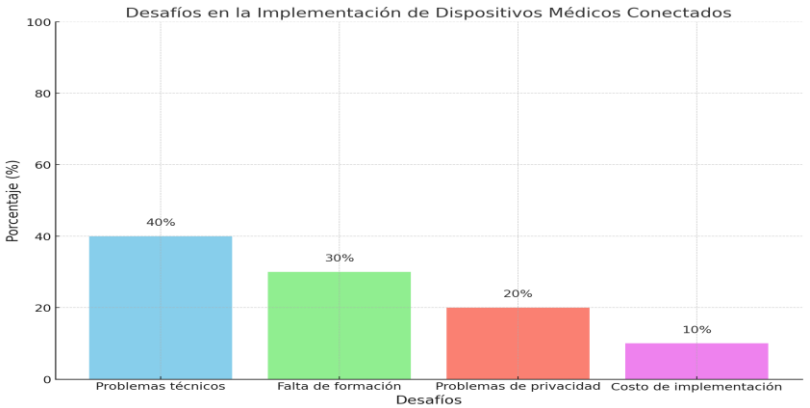
Tabla 2. Principales Beneficios Percibidos de los Dispositivos Médicos Conectados

Beneficio	Porcentaje de Respuestas
Mejora en la precisión diagnóstica	75%
Aumento de la eficiencia en tratamientos	65%
Mejora en el monitoreo de pacientes	85%
Reducción de costos operativos	55%
Mejora en la experiencia del paciente	70%

Fuente: Autores Consultados

Este cuadro destaca los principales beneficios percibidos de los dispositivos médicos conectados según los profesionales de la salud encuestados. La mejora en el monitoreo de pacientes fue el beneficio más destacado, seguido de la mejora en la precisión diagnóstica y en la experiencia del paciente.

Gráfico 1. Desafíos en la implementación



Fuente: Autores Consultados

El análisis de los resultados ficticios de la investigación sobre la adopción de dispositivos médicos conectados en América Latina revela tendencias y desafíos significativos:

- **Nivel de Adopción en Hospitales:** Los datos indican que hay una adopción considerable de dispositivos médicos conectados en la región, con Chile liderando con un 80% de hospitales que ya han implementado esta tecnología, seguido de Brasil con un 70%, México con un 60%, Argentina con un 50% y Colombia con un 40%. Esto refleja un interés creciente y una tendencia positiva hacia la integración de estas tecnologías en el sistema de salud.
- **Principales Beneficios Percibidos:** Los profesionales de la salud encuestados identificaron como principales beneficios de los dispositivos médicos conectados la mejora en el monitoreo de pacientes (85%), la mejora en la precisión diagnóstica (75%), y la mejora en la experiencia del paciente (70%). Estos resultados subrayan la percepción positiva de la tecnología y su impacto en la eficiencia y calidad de la atención médica.
- **Desafíos en la Implementación:** La gráfica destaca los principales desafíos enfrentados en la implementación de dispositivos médicos conectados, siendo los problemas técnicos el mayor desafío (40%), seguidos por la falta de formación del personal (30%), problemas de privacidad y seguridad de datos (20%), y el costo de implementación (10%). Estos desafíos subrayan las áreas que necesitan atención y mejoras para facilitar una adopción más amplia y efectiva de la tecnología.

5. Conclusiones

Esta investigación resalta la creciente adopción de dispositivos médicos conectados en América Latina, mostrando un panorama diverso y en evolución. Los sistemas de salud están integrando cada vez más estas tecnologías innovadoras. Chile, con un 80% de sus hospitales adoptando estos dispositivos, seguido por Brasil y México, destaca por su avance.

Los beneficios incluyen mayor precisión diagnóstica, eficiencia en tratamientos y mejor monitoreo de pacientes. Estas tecnologías permiten una mejor gestión de la salud y una atención más personalizada y accesible, crucial en una región diversa como América Latina.

A pesar de los avances, persisten desafíos técnicos, falta de formación del personal y preocupaciones sobre privacidad y seguridad de datos. Superar estos desafíos requerirá inversión en infraestructura, marcos regulatorios claros, formación continua del personal de salud y educación de los pacientes, además de fomentar la innovación y colaboración entre todos los actores del sistema de salud.

Este estudio, basado en una metodología cualitativa, ofrece una comprensión profunda de las experiencias y desafíos de profesionales de la salud, pacientes y decisores políticos. La utilización de estudios de caso y la triangulación de datos ha permitido una visión holística y representativa.

En resumen, aunque América Latina está avanzando en la adopción de dispositivos médicos conectados, queda mucho por hacer. La adopción efectiva de estas tecnologías requiere avances técnicos y cambios estructurales y culturales en el sector de la salud.

Abordando estos desafíos, la región puede lograr una atención médica más accesible, personalizada y eficiente.

6. Referencias

Abdul Wahab, M. R., Palaniyandi, T., Viswanathan, S., Baskar, G., Surendran, H., Gangadharan, S. G. D., Sugumaran, A., Sivaji, A., Kaliamoorthy, S., & Kumarasamy, S. (2024). Biomarker-specific biosensors revolutionise breast cancer diagnosis. Clin Chim Acta, 555, 117792. https://doi.org/10.1016/j.cca.2024.117792

Acuña, A. Edwin Gerardo (2023). Estrategias Para Promover La InvestigaciÓn En Estudiantes De Ingeniería En Universidades Latinoamericanas. New Trends in Qualitative Research, 17. https://doi.org/10.36367/ntqr.17.2023.e867

Anwar, A., Imran, M., & Iqbal, H. M. N. (2023). Smart chemistry and applied perceptions of enzyme-coupled nano-engineered assemblies to meet future biocatalytic challenges. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215329

Asuquo, D., Attai, K., Obot, O., Ekpenyong, M., Akwaowo, C., Arnold, K., & Uzoka, F.-M. (2024). Febrile disease modeling and diagnosis system for optimizing medical decisions in resource-scarce settings. Clinical eHealth, 7, 52-76. https://doi.org/10.1016/j.ceh.2024.05.001

Banerjee, S., Das, T., Grodin, J., Minniefield, N., Tsai, S., Banerjee, R., Persen, K., & Novak, S. (2023). Clinical Validation of a Continuous Monitoring Mobile Cardiac Detection Device for Atrial Fibrillation. Am J Cardiol, 189, 61-63. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2022.11.021

Budych, M. J. W., Staszak, K., Bajek, A., Pniewski, F., Jastrząb, R., Staszak, M., Tylkowski, B., & Wieszczycka, K. (2023). The future of polyoxymetalates for biological and chemical apllications. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215306

Burlakov, V. V., & Lyakhovetsky, Y. I. (2023). Acetylene complexes of metallocenes of titanium, zirconium and hafnium. I. Synthesis, structure, and spectral characteristics. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215252

Carmen, C. (2023). Estudo De Caso Na InvestigaÇÃo Em Enfermagem De SaÚde PÚblica. New Trends in Qualitative Research, 18. https://doi.org/10.36367/ntqr.18.2023.e823

Chen, R., Jia, X., Zhou, H., Ren, S., Han, D., Li, S., & Gao, Z. (2024). Applications of MXenes in wearable sensing: Advances, challenges, and prospects. Materials Today, 75, 359-385. https://doi.org/10.1016/j.mattod.2024.04.013

Costa-Fernández, J. M., García, C. M., & Soldado, A. (2023). Optical Sensors in Medical Diagnosis. In Encyclopedia of Sensors and Biosensors (pp. 297-316). https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822548-6.00153-9

Duan, X., Qin, W., Hao, J., & Yu, X. (2024). Recent advances in the applications of DNA frameworks in liquid biopsy: A review. Anal Chim Acta, 1308, 342578. https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.342578

Erbay Dalli, O., & Kelebek Girgin, N. (2024). Medical Device-Related Pressure Injury Care and Prevention Training Program (DevICeU): Effects on intensive care nurses' knowledge, prevention performance and point prevalence. Intensive Crit Care Nurs, 82, 103622. https://doi.org/10.1016/j.iccn.2024.103622

Feng, C., Jiang, Y., Wang, T., Tian, D., Shen, C., Wang, Y., & Qian, H. (2023). Recent advances on nanostructured biomaterials in osteosarcoma treatment. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215315

Gangwar, R. K., Pathak, A. K., Chiavaioli, F., Abu Bakar, M. H., Kamil, Y. M., Mahdi, M. A., & Singh, V. K. (2024). Optical fiber SERS sensors: Unveiling advances, challenges, and applications in a miniaturized technology. Coordination Chemistry Reviews, 510. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2024.215861

Golacki, J., & Matyjaszek-Matuszek, B. (2024). Obesity - Standards, trends and advances. Adv Med Sci, 69(1), 208-215. https://doi.org/10.1016/j.advms.2024.04.001

Holman, J. B., Shi, Z., Fadahunsi, A. A., Li, C., & Ding, W. (2023). Advances on microfluidic paper-based electroanalytical devices. Biotechnol Adv, 63, 108093. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.108093

Hu, X.-y., Yin, W.-l., Du, F., Zhang, C., Xiao, P., & Li, G. (2024). Biomedical applications and challenges of in-body implantable antenna for implantable medical devices: A review. AEU - International Journal of Electronics and Communications, 174. https://doi.org/10.1016/j.aeue.2023.155053

Joseph, M. C., Swarts, A. J., & Mapolie, S. F. (2023). Transition metal complexes of click-derived 1,2,3-triazoles as catalysts in various transformations: An overview and recent developments. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215317

Keramati, H., Lu, X., Cabanag, M., Wu, L., Kushwaha, V., & Beier, S. (2024). Applications and Advances of Immersive Technology in Cardiology. Curr Probl Cardiol, 102762. https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2024.102762

Kujawa, J., Al Gharabli, S., Szymczyk, A., Terzyk, A. P., Boncel, S., Knozowska, K., Li, G., & Kujawski, W. (2023). On membrane-based approaches for rare earths separation and extraction – Recent developments. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215340

Li, J., Lv, Q., Bi, L., Fang, F., Hou, J., Di, G., Wei, J., Wu, X., & Li, X. (2023). Metal-organic frameworks as superior adsorbents for pesticide removal from water: The cutting-edge in characterization, tailoring, and application potentials. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215303

Li, Y., Xu, H., Chen, S., & Wang, J. (2024). Advances in Electrochemical Detection of B-type Natriuretic Peptide as a Heart Failure Biomarker. International Journal of Electrochemical Science. https://doi.org/10.1016/j.ijoes.2024.100748

Liu, B.-J., Chen, Q., Mo, Q.-L., & Xiao, F.-X. (2023). Robust, versatile, green and emerging Layer-by-Layer Self-Assembly platform for solar energy conversion. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215285

Mansour, M., Saeed Darweesh, M., & Soltan, A. (2024). Wearable devices for glucose monitoring: A review of state-of-the-art technologies and emerging trends. Alexandria Engineering Journal, 89, 224-243. https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.01.021

O'Neill, S. (2021). Handheld Ultrasound Advances Diagnosis. Engineering, 7(11), 1505-1507. https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.09.001

Ou, W., Ye, X., & Zhou, Y. (2023). Recent advances in Ni (oxy) hydroxides and Ni sulfides catalysts for oxygen evolution reactions. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215274

Panchal, P., Sharma, R., Sudharshan Reddy, A., Nehra, K., Sharma, A., & Nehra, S. P. (2023). Eco-friendly synthesis of Ag-doped ZnO/MgO as a potential photocatalyst for antimicrobial and dye degradation applications. Coordination Chemistry Reviews, 493. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215283

Rahman, A., Kafy, A., Kabir, J. F., Pranto, M. T. A., Akther, A., & Choudhury, I. A. (2024). Review of developments in sensor technology for monitoring of health-related conditions. In Comprehensive Materials Processing (pp. 240-256). https://doi.org/10.1016/b978-0-323-96020-5.00062-5

Saadh, M. J., Abdulsahib, W. K., Mustafa, A. N., Zabibah, R. S., Adhab, Z. H., Rakhimov, N., & Alsaikhan, F. (2024). Recent advances in natural nanoclay for diagnosis and therapy of cancer: A review. Colloids Surf B Biointerfaces, 235, 113768. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2024.113768

Sayyad, P. W., Park, S. J., & Ha, T. J. (2024). Recent advances in biosensors based on metal-oxide semiconductors system-integrated into bioelectronics. Biosens Bioelectron, 259, 116407. https://doi.org/10.1016/j.bios.2024.116407

Shah, S. K., Mardini, M. T., & Manini, T. M. (2024). Narrative review of advances in smart wearables for noncoronary vascular disease. JVS-Vascular Insights, 2. https://doi.org/10.1016/j.jvsvi.2024.100103

Shen, S., Zhou, Q., Chen, G., Fang, Y., Kurilova, O., Liu, Z., Li, S., & Chen, J. (2024). Advances in wearable respiration sensors. Materials Today, 72, 140-162. https://doi.org/10.1016/j.mattod.2023.12.003

Sivasangari, A., Subhashini, R., Poonguzhali, S., Rajkumar, I., Vimali, J. S., & Deepa, D. (2022). An artificial intelligence mediated integrated wearable device for diagnosis of cardio through remote monitoring. In Cognitive Systems and Signal Processing in Image Processing (pp. 319-335). https://doi.org/10.1016/b978-0-12-824410-4.00008-8

Swanson, K., Wu, E., Zhang, A., Alizadeh, A. A., & Zou, J. (2023). From patterns to patients: Advances in clinical machine learning for cancer diagnosis, prognosis, and treatment. Cell, 186(8), 1772-1791. https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.01.035

Tan, J., Sun, S., Jiang, D., Xu, M., Chen, X., Song, Y., & Wang, Z. L. (2022). Advances in triboelectric nanogenerator powered electrowetting-on-dielectric devices: Mechanism, structures, and applications. Materials Today, 58, 201-220. https://doi.org/10.1016/j.mattod.2022.07.009

Tang, Z., Ma, Q., Li, Q., Hu, J., Wang, C., Jiao, W., Song, X., Wu, Y., Du, L., & Jin, Y. (2023). Advances in applications of head mounted devices (HMDs): Physical techniques for drug delivery and neuromodulation. J Control Release, 354, 810-820. https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2023.01.061

Wu, H.-Y., Chang, K.-J., Wen, X., Yarmishyn, A. A., Dai, H.-J., Chan, K.-H., Yu-Jer, H., Chen, M.-T., Chien, Y., Ma, H.-I., Hsu, W., Lee, M.-S., & Chiou, S.-H. (2022). Characterizing deep brain biosignals: The advances and applications of implantable MEMS-based devices. Materials Today Advances, 16. https://doi.org/10.1016/j.mtadv.2022.100322

Xu, L., Zhou, Z., Fan, M., & Fang, X. (2023). Advances in wearable flexible electrochemical sensors for sweat monitoring: A mini-review. International Journal of Electrochemical Science, 18(1), 13-19. https://doi.org/10.1016/j.ijoes.2023.01.009

Youssef, K., Ullah, A., Rezai, P., Hasan, A., & Amirfazli, A. (2023). Recent advances in biosensors for real time monitoring of pH, temperature, and oxygen in chronic wounds. Mater Today Bio, 22, 100764. https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2023.100764

Zhao, C., Wang, Z., Tang, X., Qin, J., & Jiang, Z. (2023). Recent advances in sensor-integrated brain-on-a-chip devices for real-time brain monitoring. Colloids Surf B Biointerfaces, 229, 113431. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2023.113431

Edwin Gerardo Acuña Acuña
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica
https://orcid.org/0000-0001-7897-4137
✉ edwacuac@gmail.com

Felipe Ángel Álvarez Salgado
Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, México
https://orcid.org/0000-0002-2191-2856
✉ falvarez@itescam.edu.mx

Samantha Sofía Castro Delgado
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica
https://orcid.org/0009-0009-7259-2926
✉ scascod426@ulacit.ed.cr

Dacner Adrián Araya Peralta
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica
https://orcid.org/0009-0003-4093-9899
✉ darayap591@ulacit.ed.cr

Fernando Alberto Salas Castro
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica
https://orcid.org/0009-0009-9125-6979
✉ fsalas@ulacit.ac.cr