eBook

ANESTESIOLOGÍA

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

EMPRESA DE INVESTIGACIÓN
TECHGACETI CIA. LTDA.
SABERES Y CONOCIMIENTOS

PRIMERA EDICIÓN

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Diego Neil Torres Cabezas

Autores Investigadores

MAWIL
Publicaciones Impresas
y Digitales

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

AUTORES

INVESTIGADORES

Diego Neil Torres Cabezas

Especialista en Anestesiología y Reanimación
Universidad Católica Santiago de Guayaquil.;
Magíster en Educación en el área de Docencia e Investigación;
Universidad Santander Cancún – México.;
Diploma superior en Docencia Universitaria;
Universidad de Guayaquil, Facultad de Filosofía, Letras,
Ciencias de la Educación.;
Miembro de la Sociedad Ecuatoriana de
Anestesiología (SEA)-(CLASA)-(WFSA).;
Tratante de Anestesiología, Centro Clínico Quirúrgico
Ambulatorio Hospital del día Norte Tarqui IESS Guayaquil;
Médico tratante en Anestesiología y
Reanimación Hospital Semedic, Guayaquil
Miembro del tribunal de honor del Colegio de
Médicos Provincial del Guayas.
Miembro del Colegio de Médicos de Chile.
Médico tratante en Anestesiología del Hospital Sotero del Rio Unidad de
Cirugía Ambulatoria (UCA) (2016 – 2017), Santiago de Chile.
Médico tratante en Anestesiología en Clínica
Estética New Clinic, Santiago de Chile (2015 – 2016).
Médico tratante en Anestesiología y
Reanimación Clínica Apoquindo Santiago de Chile(2014 – 2016).

Médico tratante en Anestesiología y
Reanimación Clínica Las Acacias, Santiago de Chile(2017 – 2018).
Director y Médico tratante en Anestesiología en el
Hospital Divina Providencia, San Lorenzo (2011 – 2012).
Docente de la Universidad de Guayaquil
Facultad de Ciencias Médicas - Carrera Medicina
diego.torresc@ug.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-1334-8113

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

REVISORES
ACADÉMICOS

Cruz Xiomara Peraza de Aparicio
Especialista en Medicina General de Familia;
PhD. en Ciencias de la Educación;
PhD. en Desarrollo Social;
Médico Cirujano;
Docente Titular en la Carrera de Enfermería de la
Universidad Metropolitana;
Guayaquil, Ecuador;
xiomaparicio199@hotmail.com;
https://orcid.org/0000-0003-2588-970X

Yanetzi Loimig Arteaga Yánez
Magíster en Cuidado Integral al Adulto Críticamente Enfermo;
Especialista en Enfermería Perioperatoria;
Licenciada en Enfermería;
Coordinadora de la Carrera de Enfermería;
Universidad Metropolitana Guayaquil;
Guayaquil, Ecuador;
yanetziarteaga@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-1004-255X

CATALOGACIÓN **BIBLIOGRÁFICA**

AUTORES: Diego Neil Torres Cabezas

Título: Anestesiología: nuevos horizontes para el siglo XXI
Descriptores: Ciencias Médicas; Anestesiología; Investigación médica; Salud pública
Código UNESCO: 3213 Anestesiología
Clasificación Decimal Dewey/Cutter: 617.96/T636
Área: Ciencias Médicas
Edición: 1era
ISBN: 978-9942-654-93-9
Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2025
Ciudad, País: Quito, Ecuador
Formato: 148 x 210 mm.
Páginas: 161
DOI: https://doi.org/10.26820/978-9942-654-93-9
URL: https://repositorio.mawil.us/index.php/UTELVT/catalog/book/159

Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico **Anestesiología: Nuevos Horizontes para el Siglo XXI,** es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Director Académico: PhD. Lenin Suasnabas Pacheco
Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006
Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho
Direción de corrección: Mg. Ayamara Galanton.
Editor de Arte y Diseño: Lic. Eduardo Flores, Arq. Alfredo Díaz
Corrector de estilo: Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Índices

Contenidos

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Prólogo ---------- 8
Introducción ---------- 11

Capítulo I.
Anestesia personalizada ---------- 14

Capítulo II.
Técnicas anestésicas mínimamente invasivas ---------- 37

Capítulo III.
Anestesia y cirugía robótica ---------- 54

Capítulo IV.
Anestesia en pacientes complejos ---------- 63

Capítulo V.
Anestesia y medicina de precisión ---------- 74

Capítulo VI.
Farmacología anestésica del futuro ---------- 88

Capítulo VII.
Anestesia y sostenibilidad ---------- 101

Capítulo VIII.
Ética y aspectos legales en la anestesia ---------- 111

Capítulo IX.
Investigación en anestesiología ---------- 124

Capítulo X.
El futuro de la anestesiología ---------- 134

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Prólogo

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

En la frontera del conocimiento médico, la anestesiología se erige como una disciplina esencial, no solo por su papel crítico en la sala de operaciones, sino también por su contribución a la seguridad y bienestar del paciente en el espectro completo de la atención médica. “Anestesiología: Nuevos Horizontes para el Siglo XXI” es una obra que invita a los profesionales, investigadores y estudiantes del área a explorar y reflexionar sobre los avances, desafíos y oportunidades que enfrenta esta especialidad en el nuevo milenio.

Este libro surge en un momento en que la medicina está en constante evolución, impulsada por la innovación tecnológica y la necesidad de adaptar las prácticas a un mundo en perpetuo cambio. Las técnicas anestésicas y los agentes utilizados están en continua transformación, y es imperativo que quienes ejercen esta noble profesión se mantengan al tanto de los últimos desarrollos y mejores prácticas. Aquí encontrarán un compendio de conocimientos actualizados, investigaciones de vanguardia y análisis profundos que reflejan el estado actual de la anestesiología, abriendo una ventana a lo que está por venir.

Los autores, reconocidos expertos en el campo, han trabajado arduamente para seleccionar temas pivotalmente relevantes, desde la anestesia regional y la farmacología moderna hasta la gestión del dolor y los cuidados perioperatorios. Sus valiosas aportaciones no solo enriquecen la práctica clínica, sino que también fomentan una cultura de aprendizaje continuo y adaptación ante los retos emergentes que enfrenta la medicina contemporánea.

La obra también subraya la importancia de la interdisciplina en el ámbito médico. La colaboración entre anestesiólogos, cirujanos, enfermeros y otros profesionales de la salud es crucial para garantizar una atención integral y de calidad al paciente. Este libro busca inspirar a los lectores a trabajar juntos, compartiendo conocimientos y experiencias, en la búsqueda constante de la excelencia.

Al adentrarse en estas páginas, el lector se embarcará en un viaje educativo que no solo fortalecerá su comprensión de la anestesiología, sino que también alentará un diálogo sobre las implicaciones éticas y sociales de nuestras prácticas. A medida que avanzamos hacia el futuro, resulta más importante que nunca que cada uno de nosotros, como practicantes de la medicina, reflexionemos sobre nuestro papel en la promoción de la salud y el bienestar de nuestros pacientes.

“Anestesiología: Nuevos Horizontes para el Siglo XXI” no es solo un libro, sino una invitación a imaginar y construir un futuro donde la anestesiología

continúe siendo un pilar fundamental en la atención médica, con un compromiso renovado hacia la innovación, la seguridad y la humanidad.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Introducción

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

La anestesiología, como disciplina médica fundamental, ha evolucionado de manera significativa en las últimas décadas, integrando avances tecnológicos y científicos que han transformado la práctica clínica y mejorado la seguridad y el bienestar de los pacientes. Este libro, "Anestesiología: Nuevos Horizontes para el Siglo XXI", se propone explorar las innovaciones y tendencias emergentes en esta área, ofreciendo una visión integral sobre cómo la anestesia está cambiando y adaptándose a los retos del nuevo milenio.

Encontrándose estructurado la siguiente obra en diez (10) capítulos, los cuales se detallan a continuación:

En el Capítulo 1: Anestesia personalizada, se aborda la necesidad de adaptar la anestesia a las características individuales de cada paciente, considerando factores genéticos, fisiológicos y psicológicos. Se discuten enfoques que permiten optimizar la selección de agentes anestésicos y técnicas, mejorando así los resultados clínicos, de igual manera la valoración preanestesia.

El Capítulo 2: Técnicas anestésicas mínimamente invasivas, aquí se examinan las técnicas más recientes que permiten realizar procedimientos quirúrgicos con menor trauma para el paciente. Se analizan las ventajas de estas técnicas en términos de recuperación, reducción del dolor postoperatorio, disminución de complicaciones y de igual manera la anestesia total intravenosa.

De igual manera el Capítulo 3: Anestesia y cirugía robótica, en este apartado se explora la intersección entre la anestesiología y la cirugía robótica, destacando cómo estas tecnologías avanzadas requieren nuevas estrategias anestésicas y un enfoque colaborativo entre anestesiólogos y cirujanos.

El Capítulo 4: Anestesia en pacientes complejos, se dedica este capítulo a la atención de pacientes con comorbilidades y condiciones especiales, discutiendo los desafíos y estrategias para proporcionar una anestesia segura y eficaz en estos casos, asimismo el manejo del dolor agudo y crónico en pacientes con hernia discal.

Asimismo, el Capítulo 5: Anestesia y medicina de precisión, la medicina de precisión está revolucionando la forma en que se aborda el tratamiento médico. Este capítulo investiga cómo los principios de esta disciplina pueden aplicarse a la anestesia, permitiendo un enfoque más específico y dirigido.

Igualmente, el Capítulo 6: Farmacología anestésica del futuro, en este capítulo se presenta un análisis de los nuevos fármacos y tecnologías en desarrollo que prometen mejorar la eficacia y seguridad de la anestesia, así como su impacto potencial en la práctica clínica.

Además, Capítulo 7: Anestesia y sostenibilidad, con un enfoque creciente en la sostenibilidad en el ámbito médico, este capítulo examina cómo la anestesiología puede contribuir a prácticas más sostenibles, desde la reducción del desperdicio hasta el uso consciente de recursos.

Igualmente, el Capítulo 8: Ética y aspectos legales en la anestesia, la ética y los aspectos legales son fundamentales en la práctica médica. Este capítulo aborda los dilemas éticos que enfrentan los anestesiólogos, así como las consideraciones legales que deben tener en cuenta al ejercer su profesión.

Además, el Capítulo 9: Investigación en anestesiología, este capítulo destaca la importancia de la investigación en el avance de la anestesiología, revisando estudios recientes y áreas emergentes que están definiendo el futuro de esta especialidad.

Finalmente, en ese Capítulo 10: El futuro de la anestesiología, se presenta una visión prospectiva sobre el futuro de la anestesiología, considerando las tendencias actuales y las innovaciones que podrían transformar esta disciplina en las próximas décadas.

Con este compendio de conocimientos, esperamos proporcionar a los profesionales, estudiantes y personas interesadas en la especialidad de la anestesiología una guía valiosa para navegar por los nuevos horizontes que se presentan en el siglo XXI, fomentando un enfoque centrado en el paciente y basado en evidencia.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 1

Anestesia personalizada

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Anestesia personalizada

Introducción

La anestesia personalizada representa un avance significativo en la práctica anestésica, integrando conocimientos de genómica y farmacogenómica para adaptar los tratamientos a las características individuales de cada paciente. Este enfoque no solo busca mejorar la eficacia de los agentes anestésicos, sino también minimizar riesgos y complicaciones. La identificación de biomarcadores permite predecir cómo cada paciente responderá a la anestesia, optimizando así el manejo anestésico y mejorando los resultados postoperatorios.

Además, la simulación y el modelado emergen como herramientas innovadoras para diseñar planes anestésicos personalizados, considerando variables clínicas y genéticas. En conjunto, estos avances prometen transformar la anestesiología en una disciplina más precisa y centrada en el paciente.

Genómica y farmacogenómica en la práctica anestésica

Genómica

En primer lugar, es relevante mencionar a la National Human Genome Research Institute (2024), donde explica que la genómica constituye una disciplina de la biología que se dedica al análisis integral del ADN de un organismo, conocido como su genoma. Esta labor abarca la identificación y caracterización de todos los genes y elementos funcionales presentes en el genoma, así como el estudio de las interacciones entre ellos.

De igual manera, la genómica se define como el análisis del genoma en su totalidad, abarcando todos los genes presentes en un organismo, a diferencia de la genética, que se centra en el estudio de genes de manera individual. Un investigador en el campo de la genómica examina el ADN en su totalidad, analizando la secuencia completa de un organismo y formulando conclusiones basadas en esta información.

Por otro lado, un genetista tiene la capacidad de investigar el ADN completo de un organismo, pero también puede enfocarse en un solo gen. Por ejemplo, podría analizar la genética de un gen específico y su secuencia. Si se desea investigar la genómica de un organismo o individuo, sería necesario secuenciar todos sus genes y su ADN, permitiendo así la identificación de diferencias y su comparación con los genomas de otros individuos.

En segundo lugar, es importante mencionar a la Universidad Europea (2024), donde explica que la genómica se dedica al análisis exhaustivo de los genomas, lo que implica el estudio integral del material genético de un organismo. Este ámbito de investigación trasciende la genética convencional al examinar no solo genes aislados, sino también la organización, función, evolución y cartografía de todo el ADN. Entre sus principales metas se encuentran la identificación de genes, la comprensión de sus funciones y sus interacciones, así como la exploración de las variaciones genéticas presentes entre diferentes individuos.

La farmacogenómica

Según Abreu (2020), farmacogenómica es la disciplina que investiga cómo la administración de diversos medicamentos influye en la expresión de un amplio número de genes. En contraste, la farmacogenética se centra en el análisis de las variaciones genéticas entre individuos, las cuales son fundamentales para comprender la respuesta a los fármacos.

Asimismo, Medline Plus (2022), la farmacogenómica se define como el análisis de la influencia de los genes en la reacción de un individuo a los fármacos. Esta disciplina integra la farmacología, que se ocupa del estudio de los medicamentos, y la genómica, que investiga los genes y sus funciones, con el objetivo de crear tratamientos seguros que se puedan prescribir de acuerdo con la composición genética de cada paciente.

Del mismo modo, Ampligen (2021), el principal propósito de la farmacogenómica es la creación de medicamentos personalizados para cada individuo. Específicamente, se enfoca en ajustar estos medicamentos a las características genómicas del paciente.

Este enfoque representa una transformación en el paradigma tradicional: el tratamiento clínico pasaría de centrarse en la enfermedad a enfocarse en el paciente y su respuesta individual.

Donde, las investigaciones en farmacogenómica tienen como objetivo determinar de antemano cuál es el medicamento y la dosis más adecuada para un paciente específico. Las estrategias que emplea la farmacogenómica para personalizar el tratamiento farmacológico son:

Según Álvarez (2019), el objetivo primordial de la farmacogenómica (PGx) es establecer un tratamiento farmacológico personalizado que se base en el perfil genético de cada individuo, transformando el enfoque tradicional de la atención clínica centrada en la patología hacia un modelo de medicina personalizada Figura 1.

También, los polimorfismos genéticos pueden influir en la expresión y función de las enzimas y proteínas que participan en la farmacocinética y farmacodinámica de los medicamentos. De este modo, la identificación de variantes alélicas permite anticipar la respuesta a los fármacos, asegurando tanto la eficacia como la seguridad del tratamiento. En la práctica clínica de la PGx, se utilizan actualmente dos enfoques distintos para la identificación de estas variantes: el análisis de genes candidatos y los estudios de asociación genómica.

Donde, La implementación de la PGx en la clínica tiene el potencial de mejorar la eficacia, la seguridad y la relación costo-efectividad de los tratamientos; no obstante, su avance se ha visto obstaculizado por diversas barreras que se abordarán en este estudio, junto con sus posibles soluciones.

Según Abreu (2020), los avances en la ciencia permitirán un acceso más sencillo al análisis genético. Junto con la farmacogenética, se podrá determinar con precisión los efectos adversos de los anestésicos en situaciones de hipertermia maligna o apnea antes de realizar una cirugía. Se tomará mayor precaución al prescribir tiopurinas para evitar la mielosupresión, y se ajustarán las dosis o tratamientos de medicamentos habituales según la genética del paciente.

Para aquellos con polimorfismos, será más fácil evaluar el citocromo con el objetivo de regular la dosis al iniciar un tratamiento con un fármaco específico. En el ámbito de la oncología, al comprender la genética del tumor o las mutaciones que generan resistencia, podremos administrar medicamentos de manera más precisa, abarcando mutaciones que puedan aparecer en distintos tipos de tumores para aplicar un tratamiento uniforme.

Como señala, Larrad (2024), la farmacogenómica representa una disciplina vanguardista dentro de la Medicina que investiga cómo las variaciones genéticas en cada individuo afectan su respuesta a los medicamentos. Su objetivo es personalizar los tratamientos farmacológicos de acuerdo con las características genéticas particulares de cada persona, buscando así mejorar la eficacia de los tratamientos y reducir los efectos adversos. En lugar de adoptar un enfoque uniforme para todos los pacientes, esta área de estudio permite la personalización de las terapias basándose en perfiles genéticos específicos.

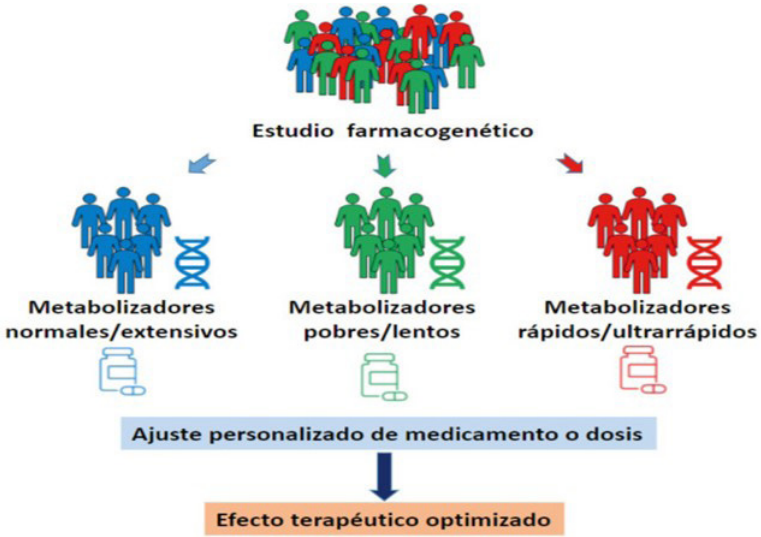
Asimismo, los estudios en farmacogenómica se centran en identificar variaciones genéticas, denominadas polimorfismos, que influyen en la manera en que los individuos metabolizan y responden a los fármacos. Estas variacio-

nes pueden afectar tanto a las enzimas responsables del procesamiento de los medicamentos como a los receptores que median sus efectos. Al entender estas diferencias, los profesionales de la salud pueden ajustar las dosis y elegir tratamientos que optimicen los beneficios y minimicen los riesgos.

Donde, el impacto de la farmacogenómica es especialmente relevante en el tratamiento de enfermedades crónicas, como el cáncer y los trastornos psiquiátricos. En el ámbito de la oncología, por ejemplo, facilita la selección de terapias más específicas y menos invasivas, mientras que en psiquiatría contribuye a identificar los medicamentos más adecuados para cada paciente, acortando el proceso de prueba y error.

Figura 1.

Flujograma de estudios farmacogenéticos para una medicina personalizada.



Nota. Tomado de *Uso de la farmacogenética como herramienta de precisión en psiquiatría: hacia una medicina personalizada* de Wielandt (2022), https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864022000347

A pesar de las promesas que ofrece, la implementación de la farmacogenómica enfrenta desafíos considerables, como la necesidad de interpretar datos genéticos complejos, preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad y el costo de las pruebas. Sin embargo, su potencial para revolucionar la Medicina al proporcionar tratamientos más precisos y adaptados a las necesidades individuales continúa siendo un área de gran interés y desarrollo.

Farmacogenómica y la anestesia

Desde el punto de vista de Sabater (2020), antes de llevar a cabo una intervención quirúrgica, el anestesista realiza una serie de interrogantes al paciente con el propósito de evaluar los posibles riesgos, considerando la complejidad de la operación. Asimismo, el cirujano solicita análisis de sangre, una radiografía de tórax y un electrocardiograma.

Este procedimiento es análogo al que se implementaba en el siglo pasado, aunque actualmente nos encontramos en el siglo XXI. Desde la secuenciación del genoma humano en 2003, se han desarrollado numerosas guías terapéuticas que informan sobre los riesgos potenciales, así como las interacciones entre medicamentos y entre estos y los genes individuales de cada paciente.

Desde 2010, las fichas técnicas de los medicamentos aprobados por la FDA (y, con cierto retraso, por la Agencia Europea de Medicamentos - EMA y la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios - AEMPS) incluyen directrices sobre la necesidad de ajustar dosis o incluso de no recomendar ciertos fármacos en función de los polimorfismos genéticos del paciente.

Donde, en un chequeo preoperatorio, debería considerarse el análisis de los polimorfismos genéticos del paciente, dado que estos pueden influir en la biodisponibilidad de los medicamentos que se prevé utilizar en anestesia, en la unidad de cuidados intensivos o en el postoperatorio. Ignorar este aspecto podría resultar en reacciones adversas graves, e incluso mortales, al administrar determinados fármacos.

De igual manera, es fundamental considerar los fármacos anestésicos. En el caso de los anestésicos inhalados, la influencia de la genética del paciente es mínima, aunque pueden presentar interacciones adversas con otros medicamentos, incluyendo ciertos relajantes musculares. Existen diversos polimorfismos conocidos que afectan la actividad de los relajantes musculares.

En cuanto a los anestésicos locales y endovenosos, también es necesario tener en cuenta los polimorfismos genéticos del paciente. Además, se pueden prescribir ansiolíticos-hipnóticos no barbitúricos, así como una variedad de barbitúricos y otros fármacos.

Sin embargo, la probabilidad de reacciones adversas debido a factores farmacogenéticos aumenta en el periodo postoperatorio, especialmente en la UCI o en la UVI. Durante esta fase, puede ser necesario administrar una amplia gama de medicamentos, a veces de manera urgente, lo que requiere decisiones rápidas.

Entre los fármacos que se pueden administrar se encuentran: AINEs, barbitúricos, benzodiacepinas, fármacos cardioactivos, inhibidores de la bomba de protones, ansiolíticos, antieméticos, antibióticos y, sobre todo, analgésicos. El dolor es una respuesta normal tras una intervención quirúrgica, y es común recurrir a opioides.

Por ejemplo, a un paciente que sea metabolizador ultrarrápido (UM) del gen CYP2D6 (que representa entre el 7 y el 10% de la población) no se le debe administrar, bajo ninguna circunstancia o protocolo, codeína, hidrocodona o tramadol.

Motivo: los tres fármacos mencionados son profármacos que se convierten en su forma activa a través de la enzima CYP2D6.

Donde, los pacientes que presentan polimorfismos que los clasifican como metabolizadores ultrarrápidos (UM) no convierten el profármaco de manera gradual en la molécula activa, como ocurre en los metabolizadores extensos (EM), sino que lo hacen de forma muy rápida, alcanzando en poco tiempo un pico de la sustancia activa correspondiente: morfina, hidromorfona o O-desmetil-tramadol, que son las moléculas responsables de la actividad analgésico-opioide.

En situaciones de “sobredosis” aguda, estos fármacos pueden inducir un paro respiratorio, lo que puede resultar fatal para el paciente. Se han documentado casos de este tipo. Esta es la razón por la cual la FDA, y posteriormente la AEMPS en 2013, prohibieron el uso de codeína en niños menores de 12 años. Sin embargo, este riesgo también puede presentarse, aunque en menor medida, en adultos.

En el caso de estos mismos opioides (codeína, hidrocodona, tramadol), si el paciente es un metabolizador pobre (PM) del CYP2D6 (7-10% de la población), es decir, presenta polimorfismos genéticos que dan lugar a una enzima con actividad casi nula, el efecto es completamente opuesto.

En tales situaciones, el profármaco no se convertirá en su forma activa, resultando en un efecto analgésico muy limitado; sin embargo, si se incrementa la dosis, pueden surgir efectos tóxicos debido a la acumulación del profármaco no metabolizado.

Hasta este punto, se han abordado únicamente algunos polimorfismos del gen CYP2D6, que impactan aproximadamente al 15% de la población en estado homocigoto. Sin embargo, también se estima que un 30-35% presenta una expresión intermedia (IM). En estos casos, aunque los efectos adversos

no sean tan severos, pueden surgir problemas relacionados con una respuesta farmacológica diferente a la esperada.

Es importante destacar que también pueden experimentar efectos adversos debido a interacciones con medicamentos que el paciente consume regularmente.

Donde, en el ámbito terapéutico de la anestesia, la unidad de cuidados intensivos (UCI) y la unidad de vigilancia intensiva (UVI), existen numerosos fármacos que son metabolizados por diversas enzimas (CYP1A2, CYP2B6, CYP2C9, CYP2C19, CYP3A4), así como por proteínas transportadoras (P-gp, BCRP) y enzimas de fase II (NAT2).

Algunos pacientes pueden presentar polimorfismos que influyen en la actividad de estas enzimas. Durante el examen preoperatorio, cuando los anestesistas indagan sobre los medicamentos que el paciente está tomando, ¿se consideran las posibles interacciones con los fármacos que se planea utilizar en la anestesia?

No obstante, es un hecho que resulta menos predecible lo que se requerirá en la UVI-UCI, aunque ya existe cierta normativa al respecto que sería conveniente revisar con antelación. Por ejemplo, a un paciente al que se le administre fentanilo para aliviar su dolor, si se le coadministra alguno de los antibióticos como ciclosporina o claritromicina, que son inhibidores potentes del CYP3A4, podría experimentar un paro respiratorio debido a niveles tóxicos de fentanilo. Este es solo uno de los numerosos ejemplos que se podrían citar.

En el siglo XXI, las pruebas preoperatorias deben incluir un análisis farmacogenético del paciente, centrándose en aquellos genes que influyen en los medicamentos incluidos en los protocolos del equipo de anestesia-UVI-UCI. Ignorar este aspecto es desestimar conocimientos ampliamente reconocidos y establecidos en diversas guías, así como en las directrices técnicas de la FDA, EMA y AEMPS cuando sea pertinente.

Consecuencia de no tener en cuenta este aspecto:

- Respuesta farmacológica distinta a la esperada al aplicar el protocolo, debido a la falta de consideración de la genética del paciente. En otras palabras, se aplica un protocolo uniforme para todos, lo que equivale a tratar a todas las personas de la misma manera, a pesar de que cada individuo presenta diferencias genéticas. Es comparable a la idea de una “talla única” en ropa o calzado, que se pretende que sirva para todos.

Biomarcadores para predecir complicaciones y optimizar el manejo anestésico.

Los biomarcadores están emergiendo como herramientas poderosas en la medicina personalizada, y la anestesia no es una excepción. Estos indicadores biológicos, que pueden ser moléculas, genes, proteínas o células, proporcionan información valiosa sobre el estado fisiológico de un paciente y pueden ayudar a predecir el riesgo de complicaciones durante y después de una cirugía.

Es relevante mencionar a el Institut de Bioenginyeria de Cataluny (2022), el cual expone que un biomarcador se define como una sustancia biológica que puede ser cuantificada de forma objetiva y que refleja un proceso biológico, ya sea normal o patológico, así como una reacción a un tratamiento terapéutico o un estado potencial de enfermedad.

Asimismo, Clínica Levante Rivas (2024), los biomarcadores son elementos medibles y objetivos que se utilizan en el ámbito médico para evaluar la presencia, progresión o respuesta a tratamientos de una enfermedad. Estos indicadores biológicos se manifiestan de diferentes formas, como moléculas, genes, células o características físicas. Su detección proporciona información valiosa para el diagnóstico de diversas condiciones médicas.

Aplicaciones clínicas de los biomarcadores en anestesia

Los biomarcadores son indicadores biológicos que pueden medirse y evaluarse en el cuerpo y tienen un papel crucial en diversas áreas de la medicina, incluida la anestesia.

El uso de biomarcadores en anestesia tiene un potencial significativo para mejorar la seguridad y el manejo de los pacientes perioperatorios. A medida que la investigación continúa avanzando, es probable que la aplicación de biomarcadores en este campo se expanda aún más, permitiendo un enfoque más personalizado y eficaz en la atención anestésica.

A continuación, se presentan algunas de las aplicaciones clínicas más importantes de los biomarcadores en anestesia:

- Evaluación del riesgo perioperatorio: los biomarcadores pueden ayudar a identificar pacientes con mayor riesgo de complicaciones perioperatorias, como eventos cardiovasculares. Por ejemplo, marcadores como la troponina pueden ser utilizados para evaluar el riesgo en cirugías de alto riesgo.

- Monitoreo de la función cardíaca: biomarcadores como la troponina y el péptido natriurético tipo B (BNP) se utilizan para monitorizar la salud del corazón en pacientes durante y después de la cirugía. Esto es especialmente relevante en pacientes con antecedentes de enfermedad cardíaca.
- Detección de daño renal: biomarcadores como la cistatina C y la NGAL (lipocalina asociada a gelatina) pueden usarse para detectar daño renal precoz en pacientes que podrían estar en riesgo debido a la cirugía o la anestesia, permitiendo intervenciones tempranas.
- Evaluación del dolor postoperatorio: los biomarcadores pueden ayudar a predecir la intensidad del dolor postoperatorio y la necesidad de analgesia, permitiendo una mejor planificación del manejo del dolor.
- Identificación de pacientes con mayor riesgo de delirium: estudios han demostrado que ciertos biomarcadores pueden estar relacionados con un mayor riesgo de delirium postoperatorio, lo que permite implementar estrategias de prevención en grupos de alto riesgo.
- Respuesta inflamatoria: los biomarcadores que indican una respuesta inflamatoria pueden ser útiles para evaluar el estado inflamatorio de un paciente y prever complicaciones postoperatorias.
- Personalización de la anestesia: la identificación de biomarcadores relacionados con la farmacogenómica puede permitir la personalización de los regímenes anestésicos, optimizando la eficacia y reduciendo los efectos adversos.
- Monitoreo de la anestesia: existen biomarcadores que pueden ayudar a monitorizar el nivel de anestesia profunda en tiempo real, mejorando así la seguridad del paciente y permitiendo ajustes dinámicos durante la cirugía.
- Predicción de complicaciones postoperatorias**: Algunos biomarcadores pueden predecir complicaciones como la infección o la trombosis venosa profunda, facilitando una mejor atención postoperatoria.
- Recuperación postanestésica: la evaluación de ciertos biomarcadores puede ayudar a predecir el tiempo de recuperación y el estado funcional del paciente después de la anestesia, contribuyendo a una mejor planificación del alta.

Tal como lo expresa el Instituto Aragones de Ciencias de la Salud (2023), la medicina personalizada se centra en ofrecer un tratamiento y seguimiento individualizado para cada paciente, considerando factores biológicos y ambientales que influyen en su salud. Esta aproximación busca optimizar la atención sanitaria, proporcionando soluciones específicas que evitan tratamientos ineficaces y reducen el riesgo de efectos secundarios.

El enfoque personalizado no solo beneficia al paciente al mejorar su salud y reducir el tiempo perdido en tratamientos inadecuados, sino que también tiene un impacto positivo en el sistema sanitario. Al ofrecer una atención más efectiva, se logra un ahorro significativo en recursos que de otro modo se habrían desperdiciado.

Además, se destaca la importancia de los ensayos que permiten obtener células del paciente para cultivarlas in vitro. Este proceso facilita la evaluación de diferentes fármacos, identificando el tratamiento más eficaz y menos tóxico para cada individuo, lo que refuerza aún más la idea de un enfoque personalizado en la medicina.

Tipos de biomarcadores utilizados en anestesia

En el ámbito de la anestesia, los biomarcadores se utilizan para ayudar en la evaluación del estado de los pacientes, predecir complicaciones y monitorizar la respuesta a la anestesia y la cirugía. A continuación, se describen algunos tipos de biomarcadores relevantes:

- Biomarcadores inflamatorios: como la proteína C reactiva (PCR), interleucina-6 (IL-6) y factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), que pueden indicar la presencia de inflamación y el riesgo de complicaciones postoperatorias.
- Biomarcadores de estrés oxidativo: como el malondialdehído (MDA) y el superóxido dismutasa (SOD), que reflejan el daño celular causado por los radicales libres y pueden estar asociados con complicaciones como el daño renal agudo.
- Biomarcadores de coagulación: como el tiempo de protrombina (TP), el tiempo de trombina (TT) y el fibrinógeno, que pueden ayudar a evaluar el riesgo de sangrado.
- Biomarcadores cardíacos: como la troponina I y la troponina T, que pueden indicar daño miocárdico.

- Biomarcadores genéticos: que pueden predecir la respuesta individual a los fármacos anestésicos y el riesgo de complicaciones.
- Polimorfismos Genéticos: variaciones en genes relacionados con el metabolismo de anestésicos pueden influir en la respuesta del paciente a la anestesia.
- Biomarcadores epigenéticos: cambios epigenéticos pueden predecir la susceptibilidad a complicaciones postoperatorias.

Biomarcadores Neurológicos:

- Niveles de S100B: este marcador puede estar asociado con daño cerebral y complicaciones neurológicas postoperatorias.
- Niveles de NSE (Neuron-Specific Enolase): indicador de daño neuronal que puede ser relevante en cirugías de alto riesgo neurológico.

Biomarcadores Metabólicos

- Niveles de Lactato: la elevación del lactato puede indicar hipoxia tisular y un mayor riesgo de complicaciones.
- Ácidos Grasos Libres: alteraciones en los niveles pueden relacionarse con complicaciones metabólicas y cardiovasculares.

Es relevante mencionara a Hamed(2023), donde expone en su conclusión de investigación realizada que la combinación de ketamina y morfina con bupivacaína en el contexto de insuflado hepático y subdiafragmático ha demostrado ser efectiva en la obtención de una analgesia adecuada. Este enfoque no solo mejora el control del dolor postoperatorio tras una colecistectomía laparoscópica, sino que también contribuye a la disminución de los marcadores inflamatorios. Estos hallazgos sugieren que la adición de estos analgésicos puede ser beneficiosa para optimizar la recuperación y el bienestar del paciente en procedimientos quirúrgicos de este tipo.

Asimismo, es importante nombrar a Guzmán (2023), donde concluye en su investigación que el acto anestésico quirúrgico es un proceso que involucra múltiples factores que pueden incrementar los niveles de especies reactivas al oxígeno, lo que a su vez puede inducir un estado de estrés oxidativo. Este estrés oxidativo tiene el potencial de influir negativamente en los resultados de la cirugía. Sin embargo, al implementar una estrategia que incluya el uso de anestésicos con propiedades protectoras contra el estrés oxidativo, es posible mejorar los resultados del procedimiento quirúrgico.

Aplicaciones clínicas de los biomarcadores en anestesia

Los biomarcadores en anestesia desempeñan un papel crucial en la optimización de la atención perioperatoria, la evaluación de riesgos y la mejora de los resultados quirúrgicos. A continuación, se detallan algunas de las aplicaciones clínicas más relevantes de los biomarcadores en este campo:

- Evaluación del riesgo quirúrgico: los biomarcadores pueden ayudar a identificar a pacientes con mayor riesgo de complicaciones perioperatorias. Por ejemplo, marcadores de función cardíaca, inflamación o coagulación, como el NT-proBNP o la troponina, pueden predecir eventos adversos en pacientes sometidos a cirugía mayor.
- Predicción de la respuesta a anestésicos: algunos biomarcadores pueden estar relacionados con cómo el organismo metaboliza y responde a los agentes anestésicos. Esto puede ayudar a personalizar la dosificación y elección del anestésico, mejorando la eficacia y reduciendo efectos adversos.
- Manejo del dolor postoperatorio: la identificación de biomarcadores asociados con la sensibilidad al dolor o la respuesta a tratamientos analgésicos puede guiar el manejo del dolor en el periodo postoperatorio. Por ejemplo, niveles de citoquinas proinflamatorias pueden correlacionarse con la intensidad del dolor.
- Detección de complicaciones: la monitorización de biomarcadores específicos, como la creatinina para la función renal o marcadores inflamatorios, puede facilitar la detección temprana de complicaciones, como la lesión renal aguda o infecciones postoperatorias.
- Estudio de la neurotoxicidad: investigaciones recientes han explorado biomarcadores relacionados con la neurotoxicidad y el delirium postoperatorio, especialmente en poblaciones vulnerables, como ancianos. La identificación de marcadores que puedan predecir estos fenómenos es de gran interés clínico.
- Evaluación de la inflamación: biomarcadores inflamatorios, como la proteína C-reactiva (PCR) o interleucinas, pueden ser útiles para evaluar la respuesta inflamatoria tras la cirugía y guiar intervenciones para su manejo.
- Medición del estado de oxigenación y perfusión: biomarcadores como lactato, bilirrubina o los niveles de pCO2 pueden proporcionar información sobre el estado hemodinámico del paciente durante

y después de la cirugía, facilitando una intervención temprana si es necesario.

Es importante mencionar que la integración de biomarcadores en la práctica de la anestesia tiene el potencial de mejorar la seguridad y los resultados para los pacientes a través de un enfoque más personalizado y basado en la evidencia. La investigación continua en este campo es crucial para desarrollar y validar biomarcadores que sean útiles en la práctica clínica.

Es importante mencionar a Urarte (2023), donde explica que el uso de biomarcadores en el desarrollo de fármacos tiene dos objetivos principales. En primer lugar, se busca mejorar los procesos de desarrollo de fármacos. Los ensayos clínicos, que tradicionalmente miden las respuestas de los pacientes a un tratamiento, pueden beneficiarse de los biomarcadores como métodos alternativos para evaluar resultados cuando la medición directa no es posible.

En segundo lugar, la investigación en biomarcadores está facilitando la personalización del tratamiento. Esto se traduce en una mejor capacidad para predecir el riesgo de enfermedades, la evolución de estas una vez diagnosticadas y la respuesta individual a los tratamientos farmacológicos. Como resultado, se espera que las decisiones sobre el tratamiento sean más seguras y eficaces, mejorando así la atención al paciente.

Futuro de los biomarcadores en anestesia

A pesar de las limitaciones, el futuro de los biomarcadores en anestesia es prometedor. Se espera que en los próximos años se desarrollen nuevos biomarcadores y se establezcan paneles de biomarcadores que permitan una evaluación más precisa del riesgo perioperatorio y una personalización aún mayor del manejo anestésico.

Los biomarcadores representan una herramienta prometedora para mejorar la seguridad y la eficacia de la anestesia. Al proporcionar información valiosa sobre el estado fisiológico del paciente, pueden ayudar a predecir complicaciones, optimizar el manejo anestésico y mejorar los resultados clínicos.

El futuro de los biomarcadores en anestesia tiene el potencial de conducir a un enfoque más individualizado, seguro y efectivo en el manejo anestésico, mejorando los resultados para los pacientes y minimizando riesgos. La investigación y la innovación en este ámbito seguirán siendo cruciales para alcanzar estos objetivos.

Según, Adetunji (2021), la medicina personalizada, también conocida como medicina de precisión, está en constante evolución con el objetivo de

mejorar la prevención, diagnóstico, pronóstico y tratamiento de problemas de salud de manera individualizada. Este enfoque busca reconocer la singularidad de cada paciente en el ámbito de la atención sanitaria.

Un aspecto clave en este avance son los biomarcadores, que han experimentado un desarrollo significativo gracias a los avances tecnológicos recientes. Los biomarcadores pueden ser genes, proteínas, metabolitos, entre otros, y se pueden analizar cualitativa o cuantitativamente en diversas muestras biológicas como sangre, orina, saliva y tejidos. Su estudio es fundamental para entender características biológicas relevantes tanto en estados de salud como en enfermedades.

Simulación y modelado para personalizar los planes anestésicos

Como señala, Labrada (2022), la simulación es una metodología que mejora las experiencias reales a través de experiencias guiadas e interactivas en un entorno seguro, permitiendo retroalimentación inmediata y práctica continua sin riesgos para el paciente. Sus principales ventajas incluyen una mejor retención de conocimientos y habilidades, así como el desarrollo de competencias comunicativas y de trabajo en equipo.

Sin embargo, presenta limitaciones como su alto costo y la falta de capacitación de algunos facilitadores. La simulación incluye el uso de pacientes simulados, que son actores entrenados, y programas multimedia para replicar escenarios clínicos. En el ámbito de la anestesia, ofrece una oportunidad para aprender de los errores, mejorando así la atención quirúrgica. Además, la realidad virtual y los maniquíes de alta fidelidad brindan representaciones anatómicas detalladas y ajustables para una formación más efectiva en el contexto perioperatorio.

Asimismo, Anestesialatam.com (2023), el ámbito de la anestesiología ha visto un notable crecimiento en la adopción de tecnologías de simulación en los últimos años. Estos desarrollos permiten a los anestesiólogos perfeccionar sus habilidades, adquirir nuevos conocimientos y mejorar sus técnicas, lo que resulta en una atención al paciente más segura y efectiva. En este artículo, exploraremos el universo de los simuladores en anestesia, enfocándonos en la tecnología que sustenta estas herramientas de aprendizaje y capacitación.

Donde, los modelos de pacientes virtuales constituyen un componente fundamental de cualquier simulador de anestesia. Estos modelos imitan con precisión las características fisiológicas y farmacológicas de un paciente real, abarcando los sistemas cardiovascular, respiratorio y nervioso. Los simulado-

res utilizan algoritmos avanzados para representar las interacciones entre el paciente virtual, los medicamentos y las intervenciones del anestesiólogo, lo que permite a los profesionales enfrentar situaciones realistas y ajustar sus técnicas en consecuencia.

También, el hardware y los maniquíes de alta fidelidad empleados en los simuladores de anestesia ofrecen una experiencia inmersiva al anestesiólogo. Estos maniquíes son capaces de simular una amplia variedad de signos vitales, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la saturación de oxígeno. Además, poseen características anatómicas precisas y la capacidad de replicar diversas complicaciones y escenarios clínicos.

De igual manera, el campo de la anestesiología ha experimentado un notable avance en la implementación de tecnologías de simulación en los últimos años. Estos avances permiten a los anestesiólogos mejorar sus habilidades, adquirir nuevos conocimientos y optimizar sus técnicas, lo que se traduce en una atención al paciente más segura y eficaz. En este artículo, analizaremos el mundo de los simuladores en anestesia, centrándonos en la tecnología que respalda estas herramientas de aprendizaje y formación.

Donde, los modelos de pacientes virtuales son un elemento esencial de cualquier simulador de anestesia. Estos modelos replican con precisión las características fisiológicas y farmacológicas de un paciente real, abarcando los sistemas cardiovascular, respiratorio y nervioso. Los simuladores emplean algoritmos sofisticados para representar las interacciones entre el paciente virtual, los medicamentos y las intervenciones del anestesiólogo, lo que permite a los profesionales enfrentar situaciones realistas y ajustar sus técnicas en consecuencia.

También, el hardware y los maniquíes de alta fidelidad utilizados en los simuladores de anestesia proporcionan una experiencia inmersiva para el anestesiólogo. Estos maniquíes son capaces de simular una amplia gama de signos vitales, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la saturación de oxígeno. Además, cuentan con características anatómicas precisas y la capacidad de replicar diversas complicaciones y escenarios clínicos.

Modelado para personalizar los planes anestésicos

La personalización de los planes anestésicos es un objetivo cada vez más alcanzable gracias a los avances en la tecnología y la investigación. El modelado matemático y la simulación computacional están jugando un papel fundamental en este proceso, permitiendo predecir la respuesta individual a los fármacos anestésicos y ajustar los protocolos de manera más precisa.

El modelado en anestesia consiste en la creación de representaciones matemáticas simplificadas de sistemas biológicos complejos, como el cuerpo humano, para simular la respuesta a los fármacos anestésicos y otros estímulos.

Estos modelos pueden ser:

- Farmacocinéticos: describen cómo se absorbe, distribuye, metaboliza y elimina un fármaco en el organismo.
- Farmacodinámicos: relacionan la concentración de un fármaco en el sitio de acción con el efecto farmacológico.
- Fisiológicos: simulan la función de órganos y sistemas fisiológicos relevantes para la anestesia, como el sistema cardiovascular y respiratorio.
- Combinados: integran elementos de los modelos farmacocinéticos, farmacodinámicos y fisiológicos para ofrecer una representación más completa del paciente.

Utilidad de los modelos para personalizar los planes anestésicos

- Predicción de la respuesta a los fármacos: los modelos permiten predecir la concentración plasmática de un fármaco en función de la dosis administrada y las características individuales del paciente, como el peso, la edad y la función renal.
- Optimización de las dosis: al conocer la respuesta individual a los fármacos, se pueden ajustar las dosis de manera más precisa, minimizando el riesgo de efectos secundarios y maximizando la eficacia.
- Simulación de diferentes escenarios clínicos: los modelos permiten simular diferentes escenarios clínicos y evaluar el impacto de diferentes intervenciones terapéuticas.
- Desarrollo de nuevos fármacos y dispositivos: los modelos pueden utilizarse para diseñar nuevos fármacos y dispositivos médicos más seguros y eficaces.

Aplicación en la práctica clínica

- Técnicas de control de la infusión: los modelos farmacocinéticos y farmacodinámicos se utilizan en las técnicas de control de la infusión (TCI) para ajustar automáticamente la velocidad de infusión de los fármacos anestésicos en función de un objetivo clínico predefinido.

- Simulación de la anestesia regional: los modelos pueden simular la propagación de los anestésicos locales en el espacio epidural y subaracnoideo, permitiendo una mejor planificación de las técnicas de anestesia regional.
- Evaluación del riesgo perioperatorio: los modelos pueden ayudar a identificar a los pacientes con mayor riesgo de complicaciones y a ajustar el plan anestésico de forma individualizada.

Según Rodríguez (2021), la práctica de la anestesiología en la administración de anestesia general exige una gran precisión en la dosificación de los medicamentos, con el fin de lograr una inducción rápida y segura, prevenir los despertares intraoperatorios durante la cirugía, facilitar la recuperación del paciente y minimizar los efectos adversos.

En la actualidad, es el anestesiólogo quien, basándose en su experiencia y de manera manual, induce el estado anestésico en el paciente durante una intervención quirúrgica.

Como, por ejemplo, los modelos matemáticos aplicados a la anestesia general son de gran relevancia, ya que permiten simular la cinética y dinámica de los fármacos en el organismo, así como evaluar la eficacia de distintos protocolos anestésicos y comprobar ciertos comportamientos en relación con los procedimientos quirúrgicos.

Además, la investigación actual en el campo de la anestesia se orienta hacia el desarrollo de controladores automáticos que faciliten la administración personalizada de los fármacos anestésicos a cada paciente. Para que este desarrollo se lleve a cabo de manera exitosa, es fundamental contar con un modelo preciso del paciente antes de diseñar el controlador.

Modelos predictivos personalizados con apoyo de la inteligencia artificial

Los modelos predictivos personalizados en anestesia, apoyados por la inteligencia artificial (IA), están revolucionando la forma en que se gestionan los procedimientos anestésicos y la atención perioperatoria. A continuación, se presentan algunas aplicaciones y aspectos relevantes sobre este tema:

Predicción de Riesgos en Pacientes

- Evaluación del riesgo quirúrgico: utilizando algoritmos de machine learning, es posible analizar grandes volúmenes de datos clínicos para predecir complicaciones en pacientes sometidos a cirugía. Esto

incluye factores como la comorbilidad, resultados de pruebas de laboratorio y datos demográficos.

- Modelos de scoring: Implementar modelos como el ASA (American Society of Anesthesiologists) o el AANA (American Association of Nurse Anesthetists) que se personalizan usando IA para definir el riesgo específico del paciente.

Dosis Personalizadas de Anestésicos

- Cálculo de dosis: algoritmos que evalúan el peso, la edad, el sexo, y características fisiológicas del paciente para determinar la dosis óptima de anestésicos, minimizando efectos adversos y mejorando la efectividad.
- Monitoreo continuo: Sistemas que integran datos en tiempo real de monitores de signos vitales para ajustar las dosis de anestésicos durante la cirugía.

Gestión de Efectoras y Complicaciones

- Predicción de efectos adversos: modelos de IA que analizan patrones en la respuesta a la anestesia para prever complicaciones como náuseas postoperatorias, hipotensión, o reacciones adversas a medicamentos.
- Detección de alertas: uso de algoritmos para la identificación temprana de signos vitales anormales que podrían indicar complicaciones inminentes.

Recuperación y Manejo del Dolor

- Modelos de recuperación: la IA puede ayudar a predecir el tiempo de recuperación y las necesidades de medicamentos antihipertensivos o analgésicos postoperatorios basándose en datos preoperatorios y características específicas del paciente.
- Manejo del dolor crónico: modelos que evalúan el riesgo de desarrollo de dolor postoperatorio crónico, lo que permite estrategias de manejo más adecuadas y personalizadas.

Educación y Entrenamiento

- Simulaciones y escenarios: uso de IA en plataformas de simulación para entrenar a anestesiólogos en la toma de decisiones ante diversas situaciones clínicas, perfeccionando su habilidad en la práctica.

Interacción con Otros Sistemas de Salud

- Integración de datos: la IA puede vincular datos de diferentes sistemas de salud, como historias clínicas electrónicas, para proporcionar una visión más completa del paciente y facilitar decisiones más informadas.

Es relevante mencionar que la integración de modelos predictivos personalizados respaldados por inteligencia artificial en anestesia tiene el potencial de mejorar significativamente la seguridad y la eficiencia de la atención perioperatoria, al mismo tiempo que establece nuevas pautas para el manejo individualizado del paciente.

Tal como expresa, Angarita (2024), los modelos predictivos fundamentados en el aprendizaje automático de la inteligencia artificial son capaces de evaluar el riesgo de eventos adversos o complicaciones durante la anestesia para un paciente en particular. Estos modelos consideran diversos factores, tales como la edad, el género, el índice de masa corporal, las comorbilidades y el tipo de intervención quirúrgica.

A través de la comparación y el análisis de datos históricos junto con información en tiempo real, la inteligencia artificial puede realizar predicciones más precisas sobre el riesgo individual de cada paciente y ofrecer recomendaciones personalizadas que optimicen la estrategia anestésica. Esto facilita una atención más centrada en el paciente y contribuye a la disminución de los riesgos asociados con la anestesia.

De igual manera, mediante la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático, la inteligencia artificial es capaz de crear modelos predictivos que evalúan el riesgo individual de complicaciones en cada paciente durante el proceso anestésico. Estos modelos consideran diversas variables, incluyendo los datos fisiológicos del paciente, la naturaleza del procedimiento quirúrgico, la duración de la anestesia y la experiencia del equipo quirúrgico. La capacidad de prever el riesgo de complicaciones permite a los anestesiólogos implementar medidas preventivas proactivas, con el fin de disminuir la probabilidad de que ocurran eventos adversos.

Valoración Preanestesia

La valoración preanestésica es fundamental para determinar el estado físico del paciente y anticipar complicaciones potenciales. Se destaca la utilización de herramientas avanzadas, como monitores de presión no invasiva y ecografía, que permiten una visualización precisa de las estructuras anatómi-

cas. Además, se incorporan pruebas genéticas para prever la respuesta del paciente a los anestésicos. Este enfoque contemporáneo contribuye significativamente a aumentar la seguridad de los pacientes durante los procedimientos quirúrgicos.

En el mismo orden de ideas, es relevante nombrar a Escobar (2020), donde se expone que el ultrasonido ha experimentado avances significativos en la medicina, destacándose en la realización de ecocardiogramas y la colocación de accesos vasculares. Estos desarrollos han tenido un impacto considerable en la seguridad del paciente, lo que permite considerar el ultrasonido como un elemento fundamental en la exploración física. La integración de estas técnicas mejora la precisión diagnóstica y la efectividad de los procedimientos médicos, contribuyendo a una atención más segura y eficiente.

De igual manera, las tecnologías de monitoreo no invasivo permiten evaluar el estado hemodinámico de los pacientes antes de la inducción de la anestesia y tras la cirugía. Esto sugiere que la monitorización hemodinámica no invasiva puede ser útil en la prehabilitación, que se refiere a la optimización del estado hemodinámico del paciente en las semanas previas a la cirugía. Además, esta técnica puede contribuir a la optimización preoperatoria, mejorando así los resultados clínicos y la seguridad del paciente.

De igual forma, la monitorización hemodinámica no invasiva es una herramienta valiosa en el ámbito de la rehabilitación y la optimización preoperatoria, especialmente en contextos de atención ambulatoria. Su aplicación permite establecer objetivos personalizados que facilitan un manejo hemodinámico más efectivo durante el periodo intraoperatorio. Además, esta técnica contribuye a la optimización del estado del paciente en la fase postoperatoria, mejorando así los resultados clínicos y la recuperación.

Según el Hospital San Francisco Pucon (2022), la evaluación preanestésica es un procedimiento médico esencial que permite determinar la condición de un paciente antes de someterlo a anestesia. Este proceso implica la recopilación de información clínica relevante, ya sea para anestesia general o regional, en el contexto de procedimientos quirúrgicos, terapéuticos o diagnósticos, ya sean electivos o de urgencia.

El objetivo principal de esta evaluación es identificar los riesgos individuales del paciente, lo que contribuye a mejorar la calidad y seguridad de la atención sanitaria. La seguridad del paciente se considera un aspecto fundamental en la atención médica, y la mejora continua de las prácticas clínicas se presenta como un desafío y una estrategia prioritaria. Esto no solo busca

garantizar la calidad de la atención, sino que también actúa como una herramienta de gestión del riesgo en los entornos quirúrgicos.

La evaluación preanestésica es un proceso crucial que se puede llevar a cabo en diferentes momentos, dependiendo de la invasividad del procedimiento quirúrgico y del estado de salud del paciente. Para procedimientos de gran invasividad o en pacientes con patologías graves, se sugiere realizar la evaluación con varios días de antelación. En el caso de procedimientos de invasividad intermedia o en pacientes con condiciones leves a moderadas, la evaluación puede realizarse el día anterior o justo antes de la cirugía. Para procedimientos poco invasivos o en pacientes sin patologías agregadas, la evaluación puede realizarse inmediatamente antes de la intervención. Es fundamental que el anestesista complete un registro exhaustivo de todos los antecedentes requeridos durante este proceso.

Por otro lado, es importante mencionar a Anestesialatam.com (2024), donde expone que la evaluación preoperatoria tiene como objetivo principal identificar y optimizar los factores de riesgo en los pacientes, buscando así el mejor resultado posible en el periodo perioperatorio. A pesar de la amplia utilización del sistema de clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA), se ha evidenciado su limitada confiabilidad inter-evaluador y la falta de personalización en sus criterios, lo que subraya la necesidad de herramientas más avanzadas y precisas.

Por consiguiente, los modelos de Inteligencia Artificial (IA) han demostrado ser herramientas efectivas para realizar predicciones precisas sobre el riesgo perioperatorio. Estas tecnologías permiten evaluar de manera más eficiente los factores que pueden influir en la seguridad y el éxito de los procedimientos quirúrgicos. La implementación de modelos de IA en el ámbito médico no solo mejora la toma de decisiones, sino que también optimiza la atención al paciente al anticipar complicaciones potenciales. Además, el uso de estas herramientas puede contribuir a una mejor planificación quirúrgica y a la reducción de costos asociados a eventos adversos. En resumen, la IA se presenta como un aliado valioso en la gestión del riesgo en el entorno perioperatorio.

La implementación de modelos de Inteligencia Artificial (IA), incluyendo Machine Learning (ML) y Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP), representa un avance significativo en la anestesiología. Estas tecnologías no solo mejoran la precisión en la evaluación de riesgos, sino que también permiten un enfoque más personalizado para cada paciente. Su integración en la historia

clínica electrónica facilita la identificación de factores de riesgo modificables, lo que contribuye a mejorar los resultados perioperatorios.

No obstante, es fundamental reconocer las limitaciones actuales, como la necesidad de transparencia en los modelos de ML y la dependencia de datos de alta calidad. A medida que se avanza en este campo, es crucial continuar investigando y refinando estas tecnologías, asegurando su aplicación ética y efectiva en el cuidado del paciente. Los anestesiólogos deben mantenerse informados sobre estos avances y considerar su integración en la práctica clínica para mejorar la seguridad y eficacia de la atención perioperatoria, entendiendo que la inteligencia artificial complementa y potencia la capacidad de toma de decisiones del médico.

Distintas tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) en la evaluación de riesgos incluyen:

- Modelos de Aprendizaje Automático (Machine Learning - ML): utilizan datos como demografía, comorbilidades y resultados de laboratorio para predecir riesgos perioperatorios con mayor precisión. Por ejemplo, modelos de redes neuronales han demostrado una precisión notable, aunque con poca transparencia en sus procesos.
- Datos de historia clínica electrónica: desarrollan modelos basados en datos exhaustivos de consultas clínicas, pruebas de laboratorio e imágenes. Un estudio con un modelo xgboost predijo el riesgo de mortalidad a 30 días con alta precisión y señaló los factores relevantes en las predicciones.
- Procesamiento del Lenguaje Natural (Natural Language Processing - NLP): permite extraer datos relevantes de la historia del paciente a partir de textos generados por humanos. Un modelo de NLP demostró estar en consonancia en un 80.2% con la evaluación de un anestesiólogo experimentado, ofreciendo potencial para agilizar la práctica clínica.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 2

Técnicas anestésicas mínimamente invasivas

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Técnicas anestésicas mínimamente invasivas

Introducción

La anestesia es una parte fundamental de la medicina moderna, permitiendo la realización de procedimientos quirúrgicos y diagnósticos sin dolor ni malestar para el paciente. En las últimas décadas, ha surgido un creciente interés por las técnicas anestésicas mínimamente invasivas, que buscan reducir el trauma físico y emocional asociado a la anestesia tradicional.

Donde estas técnicas, que incluyen métodos como la anestesia regional, la sedación consciente y el uso de fármacos de acción rápida, ofrecen beneficios significativos, como una recuperación más rápida, menor riesgo de complicaciones y una experiencia más cómoda para el paciente.

A medida que la tecnología avanza y se desarrollan nuevas estrategias, estas modalidades anestésicas están transformando la práctica clínica, promoviendo un enfoque más seguro y efectivo en el manejo del dolor y la ansiedad durante procedimientos médicos.

Anestesia regional guiada por ultrasonido y otras imágenes

En primer lugar, es relevante mencionar a Suarez (2022), donde expone que los avances en la tecnología de la ecografía han permitido que su aplicación no se limite únicamente a los cardiólogos. Muchos médicos que se forman como generales adquieren conocimientos básicos en ecografía, dado que esta puede ser empleada como un método diagnóstico y como guía en procedimientos médicos en al menos 20 especialidades diferentes.

En este sentido, los anestesiólogos han incorporado el uso de la ecografía en su práctica, aplicando técnicas que facilitan la administración de anestesia, especialmente en procedimientos regionales y en diversas partes del cuerpo, lo que contribuye a la realización de intervenciones sin complicaciones. Además, la anestesia regional y focalizada se utiliza como una estrategia para el manejo del dolor y en cuidados paliativos, en lugar de recurrir a opioides, cuyo uso excesivo puede resultar en consecuencias fatales.

Según Ortega citado por Suarez (2022), la práctica de la anestesia regional se basa en un profundo entendimiento de las referencias anatómicas que garantizan el lugar de punción y la adecuada distribución del anestésico local en torno al nervio que se pretende bloquear. La combinación del conocimiento anatómico con la elección de parestesias o la neuroestimulación ha constituido el estándar de oro en la anestesia regional en los últimos años.

Donde, se han señalado diversas ventajas potenciales del uso de la ecografía en la realización de bloqueos nerviosos. El progreso tecnológico en los equipos y sondas ecográficas ha hecho posible que estas ventajas se materialicen en la actualidad.

Como señala, Arévalo (2023), el ultrasonido se presenta como un dispositivo portátil que proporciona al médico anestesiólogo capacidades tanto de diagnóstico como de monitoreo, lo que contribuye a la optimización del manejo perioperatorio. Su relevancia es notable en la gestión de diversas urgencias, ya que se trata de un procedimiento no invasivo que facilita la detección de complicaciones que podrían ser mortales. La aplicación de POCUS representa una alternativa económica para disminuir la necesidad de remitir a los pacientes a exámenes y procedimientos de alto costo.

Asimismo, la ecografía proporciona al anestesiólogo la capacidad de identificar la causa probable de la inestabilidad hemodinámica, que puede incluir hipovolemia, insuficiencia cardiaca izquierda o derecha, vasodilatación, derrame pericárdico y enfermedades cardíacas significativas como la hipertrofia del ventrículo izquierdo o estenosis valvular. Este procedimiento generalmente se realiza en cuestión de minutos.

Entre las ventajas de la ecografía se destacan la visualización en tiempo real de la estructura objetivo, la distribución del fármaco en relación con el tejido y la posibilidad de ajustar la posición de la aguja para controlar dicha distribución. La visualización de vasos sanguíneos, pulmones y otros órganos contribuye a aumentar la tasa de éxito, así como la rapidez y seguridad de los procedimientos. A diferencia de los métodos guiados por fluoroscopía, que solo permiten observar el tejido óseo, la ecografía facilita la visualización de tejidos blandos.

Este método ha encontrado aplicación en el ámbito de cuidados intensivos, en el entorno prehospitalario y, con mayor énfasis, en el perioperatorio, donde su uso es relevante tanto en la medicina del dolor como en la anestesia regional.

La ultrasonografía en el punto de atención (POCUS) es un procedimiento rápido, fácil y altamente preciso para diferenciar entre la intubación traqueal y bronquial en pacientes adultos bajo anestesia general. Con un entrenamiento adecuado, se puede realizar en menos de cuatro minutos con alta sensibilidad y especificidad.

El ultrasonido utiliza ondas sonoras de alta frecuencia (2 a 22 MHz) para visualizar estructuras en tiempo real y controlar la distribución de medicamen-

tos. La elección adecuada de transductores o sondas ecográficas según la frecuencia (alta o mediana) permite una mejor resolución para diferentes profundidades, mejorando así la tasa de éxito y seguridad de los procedimientos.

Anestesia regional

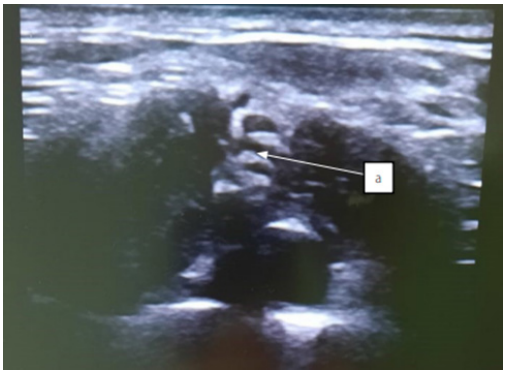
El bloqueo de nervios periféricos guiado por ecografía se considera, sin duda, una de las técnicas más utilizadas por los anestesiólogos. Este método podría establecerse como el estándar de oro para la anestesia regional, ya que permite una mayor precisión al bloquear nervios de menor tamaño y aquellos situados en áreas anatómicas más complejas.

La utilización del ultrasonido presenta beneficios significativos, como la visualización directa de los nervios y las estructuras adyacentes, lo que disminuye el riesgo de complicaciones, como la inyección accidental en el nervio o en el sistema vascular, además de permitir observar la difusión del anestésico local Figura 2.

De este modo, una técnica más precisa resulta en un inicio más rápido y una duración más prolongada del bloqueo, mejora la calidad del mismo y facilita la dosificación o la reducción de los anestésicos locales. Se ha evidenciado que, cuando los nervios periféricos son adecuadamente visualizados mediante ultrasonido, el uso simultáneo de un estimulador nervioso no proporciona beneficios adicionales.

Figura 2.

Ventana ecográfica donde se observa relación de la vena yugular y estructuras vecinas. a. Plexo braquial.



Nota. Tomado de *Aplicaciones Actuales de la Ultrasonografía en Anestesia* de Arévalo (2023), https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/02/1413696/ultrasonografia-anestesia.pdf

El uso de POCUS en anestesia está en aumento a nivel mundial, permitiendo a los anestesiólogos adaptar el manejo de los pacientes en cuidados intensivos, antes de la cirugía y en entornos prehospitalarios. El POCUS cardíaco, una tecnología de bajo costo, es útil para evaluar la actividad cardíaca, y ha demostrado impacto en la toma de decisiones en situaciones de emergencia como paros cardíacos y traumatismos.

El uso de POCUS para la evaluación cardíaca abarca distintas áreas como anomalías valvulares, función biventricular, taponamiento pericárdico y isquemia cardíaca aguda. Se realizan cuatro vistas diferentes para obtener información detallada, con la posición de decúbito lateral izquierdo siendo ideal para una mejor visualización.

La ultrasonografía permite diagnosticar rápidamente condiciones como disfunción cardíaca, ruptura aneurismática y evaluar el estado de líquidos del paciente, lo que ayuda a reducir el tiempo hasta intervenciones quirúrgicas y disminuir la necesidad de procedimientos costosos. Estudios han demostrado una precisión diagnóstica significativa al emplear POCUS en pacientes con shock, especialmente al seguir un protocolo estructurado.

Asimismo, puede orientar la terapia de reposición de líquidos, la colocación asistida del catéter, la valoración de los candidatos para el reclutamiento alveolar, la evaluación de la efectividad de la ventilación y la anticipación de la tolerancia al destete.

Bloqueos nerviosos periféricos y centrales para procedimientos complejos

Desde el punto de vista de Radiologyinfo.org (2022), un bloque de nervios consiste en un procedimiento anestésico y/o una inyección antiinflamatoria que se aplica a un nervio o a un conjunto específico de nervios con el fin de aliviar el dolor. Su objetivo es “desactivar” la señal de dolor que emana de una zona particular del cuerpo o reducir la inflamación en esa área.

El médico puede emplear técnicas de imagen, como ultrasonido, fluoroscopía o tomografía computarizada (TC o exploración “TAC”), para facilitar la colocación precisa de la aguja en el sitio más adecuado. Esto permitirá maximizar los beneficios de las inyecciones.

Las personas que experimentan dolor, ya sea agudo o crónico, pueden beneficiarse de una inyección de bloqueo de nervios que les proporcione un alivio temporal.

Este tipo de dolor frecuentemente se origina en la columna vertebral, aunque otras áreas que suelen verse afectadas incluyen el cuello, las nalgas, los brazos y las piernas.

La aplicación de un bloqueo de nervios permite que un nervio lesionado disponga del tiempo necesario para recuperarse de un estado de irritación constante. Además, estos bloqueos pueden ofrecer información diagnóstica valiosa al médico. Al realizar un bloqueo de nervios y observar la respuesta del paciente, el médico puede identificar la causa o el origen del dolor y planificar tratamientos futuros. Asimismo, los anestesiólogos pueden llevar a cabo el bloqueo de nervios antes de una cirugía para facilitar el control del dolor posterior al procedimiento.

La inyección se administrará de manera que el medicamento se aplique lo más cerca posible del nervio responsable del dolor. Posteriormente, se procederá a "desactivar" los receptores del dolor en el nervio o nervios implicados en la afección.

Los efectos de la inyección suelen ser inmediatos, requiriendo poco tiempo para que la medicación proporcione alivio. No obstante, los bloqueos nerviosos son considerados un remedio temporal. Según la combinación de medicamentos utilizada, la duración del efecto de los anestésicos locales es generalmente de varias horas o días. Por otro lado, los efectos de los esteroides se manifiestan de manera más gradual, pero su duración es más prolongada, a veces ofreciendo alivio durante semanas o incluso meses.

Es posible que exista un intervalo en el que los síntomas regresen a su estado original, entre el momento en que el efecto del anestésico local se desvanece y el inicio de la acción de los esteroides. Además, aunque la mayoría de los pacientes experimentarán alivio, algunos necesitarán someterse a múltiples bloqueos nerviosos antes de alcanzar un alivio sostenido. Algunos pacientes podrían no beneficiarse de este tratamiento y requerirán otros enfoques terapéuticos para manejar sus síntomas.

Diferencias entre los bloqueos nerviosos periféricos y los centrales

Tal como expresa, Martínez (2023), los bloqueos nerviosos periféricos se enfocan en estructuras periféricas, tales como un brazo, una pierna, la rodilla, el tobillo, entre otros. Por otro lado, los bloqueos centrales se llevan a cabo en la columna vertebral, en áreas cercanas a la médula espinal, que es el órgano responsable de recibir todos los estímulos que ocurren en nuestro cuerpo y que, en su fase final, se transmiten al sistema nervioso central (cerebro).

Bloqueo nervioso periférico

Según Radiologyinfo.org (2022), un bloqueo nervioso periférico consiste en la administración de medicamentos anestésicos en las proximidades de un nervio específico o un conjunto de nervios. Este procedimiento se utiliza para anestesiar una región del cuerpo, comúnmente un brazo o una pierna, durante una intervención médica. Además, puede ser eficaz para el manejo del dolor posterior al procedimiento Tabla 1.

Clasificación de los bloqueos nerviosos

Existen varios tipos de bloqueos nerviosos periféricos, entre los cuales se destacan:

- Bloqueo del nervio crural. Se realiza mediante una inyección en la zona inguinal, con el objetivo de insensibilizar el nervio crural, afectando así la mayor parte de la pierna.
- Bloqueo del nervio ciático poplíteo. Consiste en una inyección en la parte posterior de la rodilla para insensibilizar el nervio ciático, lo que afecta principalmente la parte inferior de la pierna y el pie.
- Bloqueo del plexo braquial. Este procedimiento implica una inyección en un grupo de nervios conocido como plexo braquial, ubicado entre la columna vertebral y el hombro. La inyección se suele administrar en el área del cuello o justo por encima de la clavícula, insensibilizando el hombro, el brazo y la mano.

Cómo se lleva a cabo un bloqueo nervioso periférico

Utilizando un ecógrafo como guía, identificaremos las referencias anatómicas y las estructuras nerviosas responsables de la sensibilidad en la zona donde deseamos eliminar el dolor. También será crucial localizar otras estructuras, ya sean vasculares (como arterias y venas) u órganos vitales (por ejemplo, los pulmones), para evitar que la aguja o la medicación infiltrada los alcancen.

Una vez que hayamos visualizado la región de interés, procederemos a acceder a ese espacio con una aguja, la cual será controlada en tiempo real mediante la imagen ecográfica. Nuestro objetivo será alcanzar las estructuras nerviosas y, al estar en su periferia, infiltraremos anestésico local, intentando rodear completamente el tronco nervioso para lograr su bloqueo y así obtener un alivio inmediato del dolor. En algunas ocasiones, las fibras nerviosas pueden ser numerosas y de pequeño tamaño. En tales casos, infiltraremos el

anestésico en el espacio por el que sabemos que transitan esas fibras, logrando de este modo el mismo efecto.

Además, en caso de requerir un control analgésico prolongado, se puede considerar la inserción de un catéter a través de la aguja durante el procedimiento de bloqueo, lo que permite la administración continua o a demanda de anestésico local.

Tabla 1.

Tipo de cirugía y bloqueo de distintos nervios.

TIPO DE CIRUGÍA	BLOQUEOS PERIFÉRICOS UTILIZADOS
Torácica y de mama	- Nervios intercostales y sus ramas (bloqueo paravertebral, BRILMA, serrato-intercostal) - Nervios pectorales (PEC I y II)
Abdominal	Nervios intercostales y sus ramas (bloqueo TAP o vaina de los rectos)
Miembro superior	- Plexo braquial a nivel interescalénico (cuello), supraclavicular, infraclavicular o axilar. - Bloqueos distales en brazo y antebrazo (radial, mediano y/o cubital).
Miembro inferior	- Nervio ciático a nivel subglúteo, por vía anterior o a nivel poplíteo. - Nervio femoral y femorocutáneo. -Nervio safeno (canal aductor). - Nervios geniculados.

Nota. Tomado de *Bloqueos de nervios de Radiologyinfo.org* (2022),

https://www.radiologyinfo.org/es/info/nerveblock

Bloqueo de nervios centrales

El bloqueo de nervios centrales se refiere a procedimientos anestésicos que implican la inyección de un anestésico local en áreas específicas del sistema nervioso central, como la médula espinal. Estos bloqueos son utilizados comúnmente para proporcionar analgesia durante cirugías, procedimientos médicos o para manejar el dolor crónico.

A continuación, se describen los tipos más comunes de bloqueos de nervios centrales:

Tipos de Bloqueo de Nervios Centrales

- Anestesia Espinal (o Raquídea): implica la inyección de anestésicos locales en el espacio subaracnoideo, que es el área que rodea la médula espinal.

Proporciona un rápido inicio de analgesia y es utilizado frecuentemente en procedimientos quirúrgicos de la parte inferior del cuerpo.

- Bloqueo Epidural: se lleva a cabo inyectando anestésicos locales en el espacio epidural, que se encuentra fuera de la dura madre que rodea la médula espinal.

Se utiliza para analgesia durante el trabajo de parto, así como para procedimientos quirúrgicos y manejo del dolor postoperatorio.

- Bloqueo de Nervios Periféricos: aunque no es un bloqueo central en sentido estricto, a menudo se incluyen en las discusiones sobre anestesia regional. Implica la inyección de anestésicos locales cerca de un nervio específico para bloquear la sensación en una determinada área del cuerpo.

Indicaciones

- Manejo del dolor postoperatorio: proveer analgesia adecuada después de cirugías.
- Procedimientos quirúrgicos: facilitar cirugías en las extremidades, pelvis y abdomen.
- Control del dolor crónico: utilizado en pacientes que experimentan dolor crónico severo.

El bloqueo de nervios centrales es una técnica valiosa en anestesiología y manejo del dolor, proporcionando beneficios significativos en términos de analgesia y recuperación. Es importante que estos procedimientos sean realizados por profesionales capacitados para minimizar riesgos y maximizar la eficacia.

Según el Instituto de la Columna y Neurocirugía (2024), el bloqueo nervioso es una técnica diagnóstica utilizada para identificar la fuente del dolor en casos de radiculopatía cervical o lumbar. Esta prueba permite determinar si una raíz nerviosa espinal específica es responsable de los síntomas del paciente, que pueden incluir irritación e inflamación.

Durante el procedimiento, se utiliza guía fluoroscópica para inyectar un medicamento esteroide, que actúa como un potente antiinflamatorio, en la raíz nerviosa en cuestión. La efectividad de la inyección se evalúa a través de la reducción de los síntomas. Si se observa una mejora, se confirma que la raíz nerviosa inyectada es la causa del dolor.

El tiempo requerido para realizar la prueba varía entre 15 y 30 minutos, dependiendo del número de niveles de la columna que se evalúen. Esta técnica es fundamental para el diagnóstico preciso y la posterior planificación del tratamiento adecuado para los pacientes que sufren de dolor radicular.

Riesgos asociados a estos procedimientos

Como señala, Gutiérrez (2023), a pesar de la seguridad de los bloqueos nerviosos en manos experimentadas, existen riesgos asociados a estos procedimientos. Los eventos adversos pueden incluir lesiones a estructuras cercanas durante la punción, efectos secundarios del anestésico local como bloqueo sensitivo o motor, que pueden ocultar lesiones inadvertidas o aumentar el riesgo de caídas, alergias a los fármacos utilizados que pueden ir desde reacciones leves hasta shock anafiláctico, y la posibilidad de inyección inadvertida en la circulación sanguínea causando toxicidad con efectos graves en el sistema cardiovascular y cerebral. Se deben tomar precauciones para minimizar estos riesgos y estar preparados para manejar posibles complicaciones.

Abordajes ecoguiados para el manejo del dolor postoperatorio

De acuerdo como expone Pérez (2023), el dolor se presenta como una experiencia subjetiva que requiere un diagnóstico y tratamiento multidisciplinario, dado que esta es la única forma de determinar su origen real y proporcionar el alivio adecuado. Para abordar este problema de manera efectiva, es fundamental que exista una comunicación fluida entre los profesionales involucrados y que se realice una planificación conjunta. El tratamiento del dolor debe adoptar un enfoque multimodal, integrando tanto terapias farmacológicas como no farmacológicas.

En años recientes, se han logrado importantes avances tecnológicos y mejoras en las técnicas de administración de medicamentos utilizados para el control del dolor, lo que ha permitido optimizar la eficacia y seguridad de la analgesia regional. El manejo del dolor postoperatorio es esencial para ofrecer una atención de calidad a los pacientes, y debe comenzar desde la evaluación preoperatoria. Es crucial proporcionar un tratamiento personalizado que considere las necesidades y factores de riesgo de cada paciente, así como establecer un plan de acción con objetivos terapéuticos concretos, siempre involucrando al paciente en el proceso de toma de decisiones.

Según Núñez (2019), el empleo de la ecografía se ha convertido en una técnica de creciente relevancia en el ámbito de la anestesia regional, ya que facilita la visualización directa de los nervios, la aguja, las estructuras circun-

dantes y, sobre todo, el control en tiempo real de la distribución del anestésico local. La anestesia regional guiada por ultrasonido es completamente dependiente del operador, lo que implica la necesidad de un sólido conocimiento anatómico, habilidades en la técnica, así como la capacidad para prevenir y manejar posibles complicaciones que puedan surgir durante el procedimiento.

Asimismo, Huerta (2022), en su trabajo de investigación expone que la cirugía causa daño en los tejidos, desencadenando la liberación de histamina y otros mediadores inflamatorios. Esta liberación activa los nociceptores periféricos, iniciando la transmisión de la información nociceptiva hacia el sistema nervioso central y desencadenando inflamación neurógena. Esto provoca vasodilatación y extravasación de plasma. El dolor agudo, independientemente de su localización, puede ser moderado a severo y afectar la función de varios órganos, aumentando la morbimortalidad perioperatoria. Los efectos adversos incluyen alteraciones cardiovasculares, respiratorias, gastrointestinales, urológicas, endocrinas, hematológicas e inmunológicas, además de efectos psicológicos en los pacientes.

Durante años, los opioides sistémicos han sido el tratamiento principal para el dolor postoperatorio, clasificándose en naturales, sintéticos y semisintéticos. La buprenorfina es un opioide semisintético derivado de la tebaína, con alta afinidad por los receptores mu, kappa y delta. Es más potente que la morfina y tiene mayor liposolubilidad, lo cual la hace atractiva para su administración por diversas vías. Su efecto analgésico dura 6-8 horas y se metaboliza principalmente en el hígado.

Donde la dosis recomendada para adultos es de 1-3 mcg/kg cada 6 horas. Los efectos adversos más comunes incluyen náuseas, vómitos, estreñimiento y depresión respiratoria. Se busca reducir el uso de opioides sistémicos y sus efectos secundarios mediante nuevas técnicas de anestesia regional para un adecuado manejo del dolor postoperatorio.

El uso de técnicas de ecografía para la intervención del dolor se ha vuelto cada vez más común, lo que ha propiciado el desarrollo de diversas técnicas de inyección en los planos interfasciales, dirigidas a la analgesia del tórax y la pared abdominal. Para llevar a cabo estos procedimientos, es fundamental poseer un conocimiento sólido y dominio del ultrasonido, así como de la técnica para realizar bloqueos troncales y de la farmacología relacionada con los anestésicos locales y su potencial toxicidad. Estos bloqueos interfasciales surgieron como una alternativa a los bloqueos epidurales, paravertebrales,

intercostales e intrapleurales torácicos, especialmente en el contexto de la analgesia perioperatoria.

También, Flores (2024), en su trabajo de investigación manifiesta que la colecistectomía laparoscópica es recomendada para tratar la litiasis biliar y otras condiciones vesiculares. Esta técnica menos invasiva implica pequeñas incisiones en el abdomen para visualizar y extraer la vesícula biliar con mayor precisión. La recuperación suele ser más rápida y se relaciona con dolor postoperatorio leve a moderado.

Donde el bloqueo del plano transverso abdominal (TAP) se ha mostrado efectivo para controlar el dolor posoperatorio en cirugías abdominales, especialmente cuando se aplica guiado por ultrasonido. La técnica subcostal con ropivacaína al 0.357% en cada lado ha demostrado buenos resultados en la reducción del dolor y la necesidad de analgésicos. Se necesita investigar nuevas combinaciones de fármacos para mejorar las decisiones clínicas basadas en evidencia.

De igual manera, Diwan (2022), en su trabajo de investigación expone que, en casos de pacientes ya programados para la descompresión de la columna lumbar a un único nivel, utilizando instrumental específico. En este procedimiento, se llevó a cabo un bloqueo ecoguiado bajo el músculo multífido (SMFB). Se administró anestésico local en profundidad hacia el músculo multífido, logrando un bloqueo efectivo de las ramas dorsales de los nervios espinales en múltiples niveles. Mediante el uso de ultrasonido (US), es posible identificar el músculo multífido en los planos axial y parasagital.

Donde la visualización de la punta de la aguja se realiza con facilidad, situándose bajo el músculo multífido y en una posición medial respecto al proceso transverso. Se registró una buena calidad de analgesia, evaluada a través de las puntuaciones del dolor, sin que se presentaran episodios adversos.

Este tipo de bloqueo debe ser comparado con la analgesia multimodal convencional o el bloqueo en el plano interfascial del músculo toracolumbar, recientemente descrito, en cuanto a su seguridad y eficacia analgésica.

La Anestesia Total Intravenosa (TIVA)

Desde el punto de vista de Santillan (2024), la anestesia intravenosa total (TIVA) ha ganado popularidad en la práctica clínica debido a su capacidad para ofrecer un control preciso sobre la profundidad y duración de la anestesia, así como a su perfil de efectos secundarios más favorable en comparación con otros métodos. Este enfoque utiliza la infusión continua de fármacos anestési-

cos como propofol, remifentanilo y midazolam, evitando el uso de anestésicos inhalatorios.

Entre las ventajas clínicas de la TIVA se destaca la reducción significativa de efectos adversos, tales como náuseas, vómitos, irritación de las vías respiratorias y reacciones alérgicas. Además, permite un control más exacto de la profundidad anestésica, lo que contribuye a una mayor estabilidad hemodinámica durante los procedimientos quirúrgicos. En términos de seguridad, se asocia con una menor incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios, así como un riesgo reducido de depresión respiratoria en comparación con los anestésicos inhalatorios.

Desde una perspectiva económica, la TIVA puede resultar en una disminución de los costos relacionados con complicaciones postoperatorias y en un tiempo de recuperación más corto. No obstante, es importante considerar algunas desventajas, como la variabilidad en la respuesta de los pacientes y la necesidad de un monitoreo más frecuente durante el procedimiento.

Según Abad (2019), el decálogo de buena praxis para anestesiólogos enfatiza la importancia de una formación reglada en la técnica de Anestesia Total Intravenosa (TIVA), asegurando que las sociedades científicas garanticen una enseñanza competente y segura. Se recomienda el uso de un sistema de infusión controlado por objetivos (TCI) durante el mantenimiento anestésico con propofol, ajustando las concentraciones iniciales según las características del paciente y la situación clínica, especialmente en ancianos o pacientes con alta morbilidad.

En entornos quirúrgicos y sedaciones fuera del quirófano, se sugiere protocolizar el uso de una concentración estándar de propofol y diluir el remifentanilo a una concentración fija para minimizar errores de medicación. Además, se debe asegurar que el equipo de infusión cuente con conectores Luer-lock y válvulas antirreflujo, evitando espacios muertos en la técnica de TIVA.

Es crucial programar los sistemas de infusión después de colocar la jeringa con el agente anestésico y verificar continuamente el correcto funcionamiento de la vía de administración. También se recomienda que los anestesiólogos tengan conocimientos básicos de monitorización electroencefalográfica, especialmente al administrar relajantes neuromusculares. Finalmente, se deben seguir los mismos estándares de recomendaciones y monitorización al utilizar TIVA fuera del bloque quirúrgico que los aplicados en áreas quirúrgicas.

En el mismo orden de ideas es importante mencionar a Moncayo (2024), donde explica que la anestesia total intravenosa (TIVA) ha ganado populari-

dad debido a la disponibilidad de fármacos de acción corta, como el propofol y los opioides, que son adecuados para la administración intravenosa. Además, los avances en el modelado farmacocinético y en las tecnologías de bombas de perfusión han facilitado el uso de algoritmos como la perfusión controlada por objetivo (TCI).

Comparada con la anestesia tradicional por inhalación, la TIVA ofrece beneficios significativos, como una implementación más sencilla para el anestesiólogo y una recuperación más rápida y cómoda para el paciente. En situaciones que requieren manejo del dolor posoperatorio, se pueden emplear estrategias multimodales, como la anestesia regional previa a la TIVA, para mejorar la recuperación.

La TIVA (anestesia intravenosa total) ofrece un control preciso sobre el estado anestésico del paciente, permitiendo a los anestesiólogos ajustar las dosis según las necesidades individuales y las demandas del procedimiento quirúrgico. Esto contribuye a mantener una profundidad anestésica óptima, lo que puede disminuir el riesgo de complicaciones intraoperatorias y mejorar los resultados quirúrgicos.

Además, la TIVA se asocia con una recuperación más rápida y suave en comparación con otros métodos anestésicos. La rápida eliminación de los agentes anestésicos del organismo tras la interrupción de la infusión intravenosa permite a los pacientes despertarse más rápidamente y experimentar menos efectos secundarios, como náuseas y confusión postoperatoria. Este aspecto es especialmente beneficioso para pacientes frágiles, pediátricos o geriátricos, así como para aquellos con condiciones médicas preexistentes.

Otro punto importante es el perfil de seguridad de la TIVA. Al evitar la inhalación de gases anestésicos, se reducen los efectos adversos en el sistema respiratorio, como la irritación de las vías respiratorias y la depresión respiratoria. Esto convierte a la TIVA en una opción segura para pacientes con sensibilidad a los agentes inhalatorios o con enfermedades pulmonares preexistentes.

Es importante resaltar que la anestesia intravenosa total es fundamental en diversas situaciones profesionales.

- Existen circunstancias en las que no se pueden utilizar técnicas inhalatorias, como en anestesia fuera del quirófano, durante el transporte de pacientes (ya sea aéreo, terrestre o marítimo) y en intervenciones quirúrgicas que afectan la vía aérea.

- Además, hay casos en los que la anestesia inhalatoria está contraindicada, como en pacientes con hipertermia maligna.
- La TIVA también presenta ventajas en situaciones específicas, como en pacientes con un alto riesgo de náuseas y vómitos, así como en aquellos que requieren monitorización intraoperatoria basada en potenciales evocados somatosensoriales o motores. Estas consideraciones resaltan la importancia de dominar TIVA para mejorar la seguridad y eficacia en la práctica anestésica.

La anestesia total intravenosa (TIVA) comprende varias etapas:

La etapa de premedicación

La primera fase de la anestesia general se centra en la administración de medicamentos diseñados para tranquilizar al paciente, lo que facilita su manejo y reduce los riesgos asociados. Se utilizan un total de ocho fármacos en este proceso. De estos, tres son agonistas α-2, dos son opioides, dos son benzodiacepinas y uno es un fenotiazínico. Esta combinación de medicamentos es crucial para garantizar la seguridad y el bienestar del paciente durante la anestesia.

Tabla 2.

Fármacos más utilizados como preanestésicos.

FÁRMACO	FAMILIA
Xilacina Romifidina Detomidina	agonistas α-2 Adrenérgicos
midazolam Diazepam	Benzodiacepina
Tramadol Butorfanol	Opioide
Acepromacina	Fenotiacinas

Nota. Tomado de *Anestesia intravenosa total (TIVA)* de Moncayo (2024), https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/download/1335/2083/2551

Etapa de inducción

La etapa de inducción en anestesia es crucial, ya que implica la transición del paciente de un estado consciente a uno inconsciente. Es importante destacar que esta fase no debe confundirse con la analgesia, lo que subraya la necesidad de una adecuada gestión del dolor en cualquier protocolo anestésico.

Entre los fármacos más comunes utilizados en la inducción se encuentran la ketamina, el propofol, el tiopental sódico, la tilatemina combinada con zolacepam, la guaifenesina, el diazepam y la detomidina. Además, es fundamental considerar los medicamentos administrados durante la etapa de premedicación para asegurar una comprensión clara y efectiva del protocolo anestésico a implementar.

Tabla 3.

Fármacos utilizados en los protocolos de inducción de anestesia.

FÁRMACO-ETAPA DE INDUCCIÓN	PREMEDICACIÓN	DOSIS (mg/kg)	VÍA DE ADMINISTRACIÓN
Ketamina	Butorfanol- xilacina Butorfanol Acepromacina-Xilacina	0.5-2	IV-IM
Propofol	Medetomidina Midazolam Xilacina Acepromacina	2 mg/kg	IV
Tilatemina + zolacepam	Xilacina Romifidina	1 mg/kg	IV-IM
guaifenesina	Detomidina Xilacina	100-110 mg/kg	IV
Tiopental sódico	Butorfanol Xilacina	2.5 mg/kg	IV
Diazepam	Xilacina	0.02-0.1 mg/kg	IV
Detomidina	Xilacina	0.4-1 mg/kg	IV

Nota. Tomado de *Anestesia intravenosa total (TIVA)* de Moncayo (2024), https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/download/1335/2083/2551

Etapa de mantenimiento

En esta etapa del procedimiento quirúrgico, es fundamental alcanzar un nivel adecuado de profundidad anestésica. Durante este proceso, se presentan varios eventos predecibles que son cruciales para el éxito de la intervención. Entre estos eventos se incluye el inicio de la analgesia, la relajación de la musculatura esquelética y la interrupción del movimiento voluntario. Además, se observa la pérdida de ciertos reflejos protectores, como el reflejo palpebral.

Es importante destacar que también se produce una ligera depresión en los sistemas respiratorio y cardiovascular. Esta depresión tiende a intensificarse a medida que se incrementa la profundidad de la anestesia, lo que puede llevar a situaciones críticas como el paro respiratorio y cardiaco en casos de

sobredosis. Por lo tanto, el monitoreo constante de estos parámetros es esencial para garantizar la seguridad del paciente durante el procedimiento.

Tabla 4.

Fármacos más usados en la etapa de mantenimiento.

FÁRMACO
Ketamina
Xilacina
Propofol
Detomidina
Tilatemina + zolacepam

Nota. Tomado de *Anestesia intravenosa total (TIVA)* de Moncayo (2024), https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/download/1335/2083/2551

El objetivo actual en anestesiología es desarrollar técnicas que sean seguras para el paciente, que minimicen los cambios hemodinámicos y los efectos secundarios tóxicos, y que permitan una rápida eliminación del fármaco. Aunque no existe una anestesia que cumpla con todos estos criterios, la TIVA se aproxima a muchas de estas características deseadas.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 3

Anestesia y cirugía robótica

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Anestesia y cirugía robótica

Introducción

La combinación de anestesia y cirugía robótica es un tema fascinante que ha revolucionado la forma en que se realizan ciertas intervenciones quirúrgicas. La anestesia juega un papel crucial en este proceso al garantizar que el paciente esté cómodo y sin dolor durante la cirugía, permitiendo al equipo médico llevar a cabo el procedimiento con precisión y seguridad. La cirugía robótica, por otro lado, utiliza tecnología avanzada para realizar operaciones con mayor precisión, control y menos invasividad. Esta sinergia entre anestesia y cirugía robótica ha permitido desarrollar técnicas quirúrgicas más sofisticadas y menos invasivas, mejorando los resultados y tiempos de recuperación de los pacientes. ¡Una combinación innovadora que ha transformado el campo de la cirugía moderna!

Retos y oportunidades de la anestesia en cirugía robótica

En primer lugar, es relevante señalara a Guadarrama (2021), donde explica que la cirugía robótica combina la experiencia del cirujano con la precisión de la tecnología, ofreciendo a los pacientes mejores resultados y una recuperación más rápida.

De igual manera, la cirugía robótica representa un avance significativo en el ámbito quirúrgico, integrando tecnología avanzada y un enfoque multidisciplinario que incluye la anestesiología. Este enfoque busca mejorar las condiciones del manejo perioperatorio, lo que resulta en una experiencia más segura y eficiente para el paciente.

Asimismo, la anestesia total intravenosa juega un papel crucial en este contexto, ya que permite una serie de objetivos específicos que son fundamentales para el éxito del procedimiento. Estos objetivos incluyen la adecuada posición del paciente, la relajación cerebral, la neuroprotección, y el control de la hemodinamia, así como la gestión de la conciencia y la parálisis neuromuscular. Además, esta técnica anestésica minimiza la interferencia con el monitoreo electrofisiológico, lo que es esencial durante la cirugía robótica.

Además, la capacidad de modular la profundidad anestésica es otro aspecto destacado, permitiendo desde una neurosedación hasta una anestesia general, adaptándose a las diferentes fases de la intervención quirúrgica. La utilización de agentes anestésicos modernos contribuye a una inducción, mantenimiento y recuperación más rápida y suave, lo que a su vez reduce el tiempo necesario para que el paciente recupere su estado de conciencia y

funciones psicomotoras. Este enfoque multimodal en la anestesia general es un factor clave para el éxito de la cirugía robótica Figura 3.

Figura 3.

Anestesia total intravenosa multimodal con neuromonitoreo.

Nota. Tomado de *Impacto de la anestesia intravenosa en cirugía robótica para paciente de alto riesgo sometido a cirugía oncológica de larga duración en el Centro Médico Naval* de Guadarrama(2021),http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0484-79032021000300215&lng=es&nrm=iso>

En segundo lugar, es importante mencionar a Lepesqueur (2022), en cual en su trabajo de investigación concluye que la cirugía laparoscópica asistida por robot presenta múltiples beneficios, pero también conlleva alteraciones significativas durante el acto anestésico, especialmente en los sistemas cardiovascular y respiratorio. Cada intervención robótica plantea desafíos únicos para el anestesiólogo, lo que subraya la importancia de comprender los cambios fisiológicos que pueden ocurrir en el paciente anestesiado para prevenir complicaciones.

Donde, es fundamental que los anestesiólogos se mantengan actualizados sobre los procedimientos de cirugía robótica, priorizando siempre la seguridad y la calidad en la atención al paciente. Una valoración preanestésica adecuada es crucial para conocer las condiciones del paciente y sus comorbilidades, lo que permite desarrollar un plan de trabajo efectivo para el procedimiento.

De igual manera expone que entre las intervenciones necesarias se incluyen la optimización de la mecánica ventilatoria, la garantía de presiones ade-

cuadas de perfusión tisular, y la prevención de la sobrehidratación y de factores que puedan provocar edemas, especialmente en áreas críticas como el cerebro, los ojos y las vías aéreas. El futuro de la cirugía se orienta hacia estos enfoques, y es responsabilidad de los profesionales de la anestesia profundizar en las consideraciones específicas que requieren estos nuevos métodos y los que se irán incorporando.

En el mismo orden de ideas, es relevante mencionara a Iqbal (2019), donde se explica que la cirugía asistida por robot permite que el cirujano realice procedimientos a distancia mediante una consola, lo que se lleva a cabo en condiciones asépticas para el paciente. Este tipo de cirugía se ha relacionado con beneficios significativos, como una reducción en el dolor, la pérdida de sangre y la duración de la estancia hospitalaria Figura 4.

Figura 4.

Consola de control.

Nota. Los cirujanos manejan el sistema robótico a distancia del paciente que está en el quirófano. Tomado de *Anestesia para Cirugía Urológica Asistida por Robot* de Lepesqueur (2022), https://resources.wfsahq.org/wp-content/uploads/408_spanish.pdf

Sin embargo, el uso de neumoperitoneo y la posición Trendelenburg extrema pueden dar lugar a diversas complicaciones. Estas complicaciones pueden ser mitigadas mediante una anestesia perioperatoria cuidadosa y una técnica quirúrgica adecuada Figura 5.

Donde, la comunicación efectiva entre los miembros del equipo quirúrgico es esencial para alcanzar resultados positivos en el cuidado del paciente. Un aspecto crucial de esta comunicación es el entrenamiento práctico para desensamblar el robot de manera eficiente en situaciones de emergencia.

Concluyentemente, el manejo del dolor en el periodo posoperatorio debe abordarse mediante un enfoque de analgesia multimodal, lo que implica la utilización de diferentes métodos y medicamentos para optimizar el control del dolor.

Figura 5.

Paciente posicionado en posición Trendelenburg extrema.

Nota. Paciente posicionado en posición Trendelenburg extrema dentro del cuarto anestésico antes de trasladarlo al quirófano. Las áreas de presión están protegidas y los brazos están envueltos con las líneas exteriorizadas para prevenir úlceras. Tomado de *Anestesia para Cirugía Urológica Asistida por Robot* de Lepesqueur (2022), https://resources.wfsahq.org/wp-content/uploads/408_spanish.pdf

En el mimo orden de ideas, según Santé (2023), uno de los aspectos más destacados de la cirugía robótica es el posicionamiento del paciente, que requiere posturas especiales y extremas. Estas posiciones están diseñadas para optimizar el campo quirúrgico, pero también implican variaciones en los parámetros ventilatorios y hemodinámicos.

Particularmente, las posiciones extremas, como la inclinación con la cabeza hacia abajo y los pies hacia arriba, generan un aumento de la presión torácica debido a la presión abdominal sobre el sistema ventilatorio. Esto resulta en la necesidad de ajustar los parámetros ventilatorios, que deben ser diferentes a los utilizados en cirugías convencionales, lo que subraya la importancia de diseñar ventilaciones específicas para estos casos.

Manejo del dolor y la ventilación en procedimientos mínimamente invasivos

Tal como expresa, Morales (2019), el abordaje robótico en cirugía ha demostrado mejorar la precisión quirúrgica, especialmente en áreas anatómicas de difícil acceso. Este enfoque facilita la realización de suturas intracorpóreas con altas tasas de seguridad y mejora la ergonomía del cirujano, quien puede operar cómodamente desde una consola, lo que reduce la fatiga y la tensión durante el procedimiento.

De igual modo, la literatura sugiere que el uso de la robótica podría disminuir las tasas de conversiones y minimizar las complicaciones a corto plazo. Sin embargo, las principales contribuciones de esta técnica son el aumento de la seguridad gracias a la precisión en los movimientos y la mejora en la comodidad del cirujano.

Donde, el impacto más significativo del abordaje robótico se observa en procedimientos que requieren suturas intestinales, como el bypass gástrico. No obstante, las ventajas de este enfoque en la gastrectomía vertical son menos claras, especialmente considerando el aumento de costos en cirugías donde no se requieren suturas manuales, salvo en casos específicos de sobre-sutura de la línea de grapas, cuya efectividad en la reducción de fugas no está bien establecida.

Desde el punto de vista de Díez del Vala (2019), la cirugía robótica tiene el potencial de vencer ciertas restricciones de la cirugía mínimamente invasiva tradicional, especialmente en el tratamiento de tumores del tracto gastrointestinal superior. Entre sus contribuciones más destacadas se encuentran la linfadenectomía abdominal y la anastomosis intratorácica, que mejoran la precisión y eficacia del procedimiento. Sin embargo, el alto coste de esta tecnología sigue siendo un desafío importante. A pesar de esto, se sugiere que los beneficios potenciales, como la reducción de complicaciones gracias a una mejor calidad de visión y la versatilidad del instrumental, podrían justificar la inversión inicial.

Asimismo, la cirugía mínimamente invasiva ofrece beneficios como mejoría en el bienestar postoperatorio (incluido el dolor), estancia hospitalaria más corta, función pulmonar mejorada y menor pérdida de sangre. Sin embargo, al principio, puede haber un aumento en las complicaciones como dehiscencias y posiblemente mortalidad, y la calidad de la resección puede verse afectada.

Para mitigar estos riesgos, es crucial realizar este tipo de cirugía en centros de alto volumen con cirujanos experimentados y equipos multidisciplinares, lo que puede reducir la mortalidad hospitalaria a 90 días por debajo del 5%. Además, es importante implementar programas de formación para extender la cirugía mínimamente invasiva de manera segura y apoyar a los cirujanos en su práctica.

En el mismo orden de ideas para Madrid (2019), los pacientes que se someten a prostatectomía radical asistida por robot experimentan beneficios significativos al utilizar lidocaína endovenosa. Este enfoque ha demostrado ser efectivo en el manejo del dolor agudo postoperatorio, lo que se traduce en una reducción en la necesidad de analgésicos opioides. Además, se observa una disminución en la duración de la estancia en recuperación y en los días de hospitalización.

Donde, es importante destacar que no se reportaron complicaciones asociadas al uso de lidocaína endovenosa en estos pacientes, lo que sugiere que se trata de un medicamento seguro. Por lo tanto, se recomienda su uso durante el periodo perioperatorio en este grupo específico de pacientes.

De igual manera para García (2024), el manejo anestésico en cirugía robótica presenta consideraciones particulares que deben ser atendidas para asegurar la seguridad del paciente. La variabilidad en la posición del paciente durante el procedimiento, así como los tiempos prolongados de cirugía, son factores que requieren una atención especial. Es fundamental realizar una evaluación y gestión cuidadosa de la vía aérea, la ventilación y la hemodinámica del paciente.

Asimismo, la monitorización avanzada es recomendada para detectar cualquier complicación de manera oportuna. Además, la colaboración interdisciplinaria entre el equipo anestésico y el cirujano es esencial para el éxito del procedimiento, lo que subraya la importancia de una comunicación efectiva y un trabajo en equipo durante la cirugía.

Encontramos que según Lepesqueur (2020), la cirugía laparoscópica asistida por robot presenta múltiples beneficios, pero también conlleva alteraciones significativas durante el acto anestésico, especialmente en los sistemas

cardiovascular y respiratorio. Cada procedimiento robótico plantea desafíos únicos para el anestesiólogo, lo que subraya la importancia de comprender los cambios fisiológicos que pueden ocurrir en el paciente anestesiado para prevenir complicaciones.

Es fundamental que los anestesiólogos se mantengan actualizados sobre los procedimientos de cirugía robótica, priorizando siempre la seguridad y la calidad en la atención al paciente. Una valoración preanestésica adecuada es crucial para conocer las condiciones del paciente y sus comorbilidades, lo que permite desarrollar un plan de trabajo efectivo para el procedimiento.

Donde, entre las intervenciones necesarias se incluyen la optimización de la mecánica ventilatoria, la garantía de presiones adecuadas de perfusión tisular, y la prevención de la sobrehidratación y factores que puedan provocar edemas, especialmente en áreas críticas como el cerebro, los ojos y las vías aéreas. El futuro de la cirugía se orienta hacia estos enfoques, y es responsabilidad de los profesionales de la anestesia profundizar en las consideraciones específicas para estos nuevos métodos y los que se irán incorporando

Implicaciones para la seguridad del paciente

Como señala, Mayo Clinic (2024), la cirugía robótica presenta ciertos riesgos que pueden asemejarse a los de la cirugía abierta convencional. Entre estos riesgos se incluye un leve riesgo de infección, así como otras posibles complicaciones. Es importante considerar estos factores al evaluar la opción de cirugía robótica en comparación con métodos tradicionales. La comprensión de estos riesgos es fundamental para la toma de decisiones informadas en el ámbito médico.

Según Rubio (2023), durante la cirugía robótica, los cirujanos experimentan una disminución en la sensación táctil del tejido, lo que puede afectar la precisión de los procedimientos. El uso de múltiples brazos robóticos puede limitar el rango de movimiento, lo que podría complicar la intervención. Además, al ser el cirujano quien controla los brazos robóticos, se reduce la posibilidad de contar con ayudantes quirúrgicos, lo que puede impactar en la eficiencia del proceso.

Otro aspecto a considerar es que el tiempo requerido para llevar a cabo la cirugía robótica suele ser mayor en comparación con las técnicas laparoscópicas o laparotómicas tradicionales. Este aumento en la duración de la cirugía puede resultar en un tiempo prolongado bajo anestesia, lo que a su vez incrementa el riesgo potencial para el paciente.

En el mismo orden de ideas, para de la Cajiga León (2019), la cirugía robótica ofrece ventajas significativas en comparación con la cirugía laparoscópica convencional y abierta. Es vital que el anestesiólogo comprenda los cambios fisiológicos del paciente durante este tipo de cirugía, especialmente en áreas como ginecología, urología, cirugía general, torácica y transoral. Estos cambios afectan diversos sistemas del cuerpo, subrayando la importancia de un profundo conocimiento para prevenir complicaciones perioperatorias.

Asimismo, es esencial que el anestesiólogo esté familiarizado con el protocolo de seguridad para desconectar los brazos del robot en caso de necesitar convertir la cirugía a un enfoque laparoscópico o abierto.

Igualmente, durante la cirugía robótica, es crucial que el anestesiólogo tenga un conocimiento profundo del procedimiento, ya que los cambios de posición del paciente no son posibles una vez que se ha montado el robot. Esto dificulta el acceso al paciente, ya que sus brazos están sujetos y alejados del anestesiólogo, lo que puede complicar la administración de anestesia y el monitoreo.

También, la instalación de un segundo acceso intravenoso es altamente recomendable, así como asegurar las líneas intravenosas para facilitar el manejo en caso de emergencia. Además, es fundamental que los cables de monitoreo y el circuito anestésico tengan la longitud adecuada para evitar restricciones durante la cirugía.

Donde, para prevenir laceraciones corneales, se sugiere el uso de cremas oftálmicas lubricantes y oclusores ópticos, especialmente debido al edema que puede surgir por la posición del paciente. También se debe prestar atención al acceso a la vía aérea, asegurando correctamente el tubo endotraqueal, ya que el robot puede interferir en este aspecto.

De igual manera, es importante utilizar sujetadores o colchones antiderrapantes para evitar el deslizamiento del paciente en la mesa quirúrgica, y los puntos de presión en las articulaciones deben ser acolchonados para prevenir lesiones en los nervios periféricos. Durante toda la cirugía, se debe mantener una relajación neuromuscular profunda y monitorizada para evitar cualquier movimiento del paciente, lo que podría resultar en desgarros o punciones de órganos.

Finalmente, se debe tener cuidado con las cámaras y fuentes de luz, manteniéndolas alejadas de los campos quirúrgicos y del contacto directo con el paciente para prevenir lesiones térmicas o incendios.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 4

Anestesia en pacientes complejos

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Anestesia en pacientes complejos

Introducción

La anestesia en pacientes complejos es un tema de vital importancia en la comunidad médica, ya que requiere un enfoque especializado y cuidadoso para garantizar la seguridad y el bienestar del paciente durante procedimientos quirúrgicos. En este contexto, es fundamental considerar las condiciones médicas preexistentes, la interacción de medicamentos, las alergias y otras variables que puedan influir en la administración de la anestesia. Un manejo adecuado y personalizado de la anestesia en pacientes complejos es esencial para lograr resultados exitosos y minimizar los riesgos asociados con la intervención quirúrgica.

Anestesia en pacientes geriátricos y frágiles

En primer lugar, es relevante mencionar Jiménez (2023), el cual expone que el envejecimiento es una experiencia personal única influenciada por factores genéticos y de calidad de vida. Hay debate sobre la definición de la vejez, que suele basarse en la edad de 65 años, pero algunos consideran más relevante la edad fisiológica de los órganos. Los avances en la atención médica han aumentado la esperanza de vida a nivel global, lo que ha llevado a un aumento en la cantidad de pacientes ancianos sometidos a procedimientos quirúrgicos que requieren anestesia. Se estima que la mitad de los ancianos se someterán a cirugía en algún momento de su vida.

La fragilidad en los ancianos se caracteriza por un declive en múltiples sistemas corporales y se relaciona con otros síndromes geriátricos, como caídas, fracturas, delirium y demencia. Este estado aumenta la probabilidad de complicaciones durante y después de la cirugía. Los factores asociados a la fragilidad incluyen la edad avanzada, niveles educativos bajos, depresión, tabaquismo, discapacidad intelectual, falta de apoyo familiar y condiciones socioeconómicas desfavorables. Los marcadores de fragilidad son la pérdida de peso, debilidad muscular, disminución de la actividad y la sensación de agotamiento en actividades diarias.

El riesgo anestésico en personas mayores es mayor en comparación con los jóvenes, debido a que, aunque el rendimiento basal de los órganos no cambia significativamente, la reserva funcional y la capacidad de compensar el estrés quirúrgico están reducidas. La reserva funcional se define como la diferencia entre la función basal de un órgano y su capacidad máxima en situaciones de estrés, lo que implica que los órganos tienen un “margen” limitado para soportar intervenciones quirúrgicas. La diversidad en la población

anciana complica la predicción de los cambios fisiológicos individuales asociados a la edad.

Donde, el ingreso de pacientes ancianos aumenta el riesgo de delirio postoperatorio, lo que puede afectar su recuperación y aumentar la mortalidad. Es preferible considerar cirugías ambulatorias para estos pacientes debido a los posibles efectos negativos de separarlos de su entorno habitual. La respuesta al estrés quirúrgico en pacientes ancianos depende del tipo de cirugía y su estado de salud previo. Se recomienda individualizar la técnica anestésica según las necesidades de cada paciente y tipo de cirugía.

Según, Dávila Cabo de Villa (2023), el cuidado del paciente anciano presenta desafíos significativos debido a las alteraciones que surgen con el envejecimiento. Este proceso conlleva una disminución en la capacidad de respuesta y un deterioro desigual de funciones morfo-fisiológicas, psicológicas y bioquímicas. Dos condiciones que se asocian frecuentemente con el envejecimiento son la fragilidad y la comorbilidad, las cuales impactan negativamente en los pronósticos de salud.

La fragilidad se describe como un síndrome clínico biológico que se manifiesta a través de síntomas como pérdida de peso inexplicable, fatiga, marcha lenta, desequilibrio y caídas, así como una disminución de la fuerza. Estas manifestaciones son el resultado de deficiencias multisistémicas que afectan el funcionamiento adecuado de los sistemas fisiológicos.

Por otro lado, la comorbilidad se refiere a la presencia de múltiples enfermedades en un mismo paciente, que pueden incluir trastornos osteoarticulares, problemas sensoriales como la pérdida de visión y audición, enfermedades cardiovasculares como el ictus y la insuficiencia cardíaca, así como trastornos mentales como el deterioro cognitivo y la depresión.

La selección de agentes anestésicos en pacientes ancianos debe considerar las modificaciones en la farmacocinética y farmacodinamia debido a cambios morfofisiológicos. Las drogas que son eliminadas por el hígado y el riñón presentan una vida media plasmática más prolongada, lo que puede aumentar el riesgo de toxicidad debido a niveles elevados en sangre, facilitados por la disminución del flujo en órganos y de proteínas plasmáticas.

La elección de técnicas anestésicas, ya sean generales o regionales, depende de estos cambios, así como de la naturaleza de la enfermedad y las características anatómicas y funcionales del paciente. Las comorbilidades y el estado de compensación del paciente anciano son factores críticos que influyen en esta selección. Estudios clínicos indican que los ancianos son más

sensibles a ciertos sedantes hipnóticos y analgésicos, lo que incrementa el riesgo anestésico y quirúrgico en comparación con pacientes más jóvenes.

La valoración preoperatoria del estado funcional y de las enfermedades coexistentes es esencial, especialmente en pacientes ancianos que presentan un mayor riesgo de complicaciones. Un estudio reportó un alto índice de defunciones en ancianos con comorbilidades que fueron intervenidos de urgencia bajo anestesia general, siendo el shock séptico la principal causa de muerte.

El estado cognitivo del paciente también es un factor importante en el Departamento de Urgencias, ya que puede influir en la evolución del tratamiento. Existen pruebas cognitivas estandarizadas que facilitan su evaluación. Además, el envejecimiento se asocia con una respuesta reducida al dolor, lo que puede complicar la elección de técnicas analgésicas adecuadas.

Por último, es fundamental adoptar un enfoque integral que contemple el estado clínico del paciente, la relevancia de la cirugía y su condición general. Una evaluación geriátrica adaptada a los servicios de urgencia puede mejorar la optimización preoperatoria y la recuperación posoperatoria.

Asimismo, tal como lo expresa García (2023), la fragilidad en pacientes adultos mayores que se someten a cirugía electiva presenta una alta prevalencia, especialmente asociada a enfermedades cardiovasculares. Este hallazgo subraya la importancia de incorporar la evaluación de la fragilidad en el proceso de identificación del riesgo preoperatorio, ya que influye en la viabilidad de la cirugía, el momento adecuado para realizarla y las estrategias para mitigar riesgos.

Las recomendaciones de la Sociedad Americana de Geriatría, junto con la de Cirugía y Anestesia, sugieren que la evaluación preoperatoria de los pacientes ancianos debe ser integral y multisistémica, incluyendo la fragilidad y, cuando sea necesario, una evaluación multidisciplinaria basada en los resultados obtenidos.

La alta prevalencia y el impacto de la fragilidad en la morbimortalidad operatoria justifican su inclusión en la valoración perioperatoria dentro del sistema de salud. Además, se destaca la necesidad de capacitar a los anestesiólogos en la detección de la fragilidad mediante herramientas prácticas, válidas y confiables.

Manejo anestésico en pacientes obesos mórbidos

Como señala, Sánchez (2019), el manejo anestésico del paciente obeso presenta controversias, especialmente en relación con las indicaciones quirúrgicas y el régimen de anestesia, ya sea ambulatorio o con ingreso. Estos pacientes tienen un mayor riesgo de complicaciones perioperatorias, predominantemente respiratorias y cardiovasculares. Por ello, es crucial la optimización de las técnicas analgésicas y anestésicas, priorizando enfoques locorregionales y minimizando el uso de opioides.

La evaluación preanestésica debe ser exhaustiva, incluyendo medidas de profilaxis contra el tromboembolismo, aspiración gástrica e infecciones postoperatorias. Es fundamental considerar la posibilidad de intubación y ventilación difíciles, así como el riesgo de aspiración gástrica. Las alteraciones farmacocinéticas en estos pacientes requieren una monitorización cuidadosa de la concentración plasmática de medicamentos, especialmente aquellos con índices terapéuticos bajos. Los fármacos lipofílicos tienden a tener un volumen de distribución elevado, lo que prolonga sus efectos.

Durante el manejo intraoperatorio, las estrategias de preoxigenación y ventilación protectora son esenciales para mitigar las complicaciones respiratorias. Se recomienda la monitorización continua de la presión arterial, el índice cardíaco, la pulsioximetría, la electrocardiografía, la capnografía y la neuroestimulación. La insulinoterapia, ajustada a la monitorización de glucemia, ha demostrado ser efectiva en la reducción de infecciones y enfermedades coronarias perioperatorias.

El uso de ultrasonidos es fundamental para evaluar la vía aérea, determinar el volumen gástrico, facilitar la canalización de vías venosas y arteriales, y realizar bloqueos nerviosos locorregionales. En el postoperatorio, se sugiere una vigilancia intensiva para prevenir desaturaciones y apneas, así como la implementación de fisioterapia y movilización precoz, prestando especial atención a la posición y el almohadillado de las zonas de apoyo.

En definitiva, el control individualizado de las comorbilidades asociadas a la obesidad, junto con un plan analgésico multimodal y protocolos de rehabilitación intensificada, ha permitido la realización de procedimientos quirúrgicos en un régimen de cirugía mayor ambulatoria.

Según Olvera (2022), la Organización Mundial de la Salud clasifica la obesidad en grados según el índice de masa corporal (IMC), siendo relevante su manejo debido a la asociación con un aumento en la morbimortalidad. Los tratamientos iniciales incluyen cambios en la dieta y ejercicio, y la cirugía bariátrica es una opción adicional.

La sedación en pacientes obesos durante procedimientos como la endoscopia presenta desafíos, ya que la sedación consciente puede mejorar la tolerancia, pero también conlleva riesgos como la hipoxemia, que ocurre en un 10-70% de los casos. Este riesgo se incrementa con un IMC más alto y condiciones como el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) y la hipertensión pulmonar. La gestión de la vía aérea es complicada por la rápida desaturación de oxígeno.

El uso de propofol puede agravar el colapso de las vías respiratorias en estos pacientes, aumentando el riesgo de complicaciones cardiopulmonares. La alta incidencia de SAOS en obesidad mórbida (64%) resalta la importancia de evaluar cuidadosamente los medicamentos utilizados, ya que tratar el SAOS puede reducir las complicaciones anestésicas perioperatorias.

De acuerdo con Guallar (2024), el manejo anestésico de pacientes con obesidad mórbida requiere una atención especializada y adaptada a sus necesidades. Es fundamental realizar una evaluación preoperatoria exhaustiva para identificar comorbilidades que puedan influir en el procedimiento. La anestesia regional debe considerarse cuando sea apropiado, y las dosis de medicamentos anestésicos deben ajustarse de acuerdo con el peso real del paciente.

La monitorización continua de la función cardiovascular y respiratoria es crucial, dado que estos pacientes presentan una mayor incidencia de complicaciones. Además, el manejo de la vía aérea debe ser abordado con precaución, anticipando posibles dificultades y utilizando técnicas avanzadas cuando sea necesario. La planificación meticulosa de la posición del paciente durante la cirugía es esencial para evitar complicaciones relacionadas con la obesidad.

En el postoperatorio, se requiere una monitorización rigurosa, ya que la recuperación puede ser más lenta en estos pacientes. La prevención del tromboembolismo venoso es vital, así como la colaboración interdisciplinaria entre diferentes especialidades. Este enfoque integral asegura una atención personalizada y minimiza los riesgos asociados con la obesidad mórbida durante y después del procedimiento.

En síntesis, el manejo anestésico de pacientes con obesidad mórbida requiere una evaluación exhaustiva y una planificación cuidadosa. Es esencial llevar a cabo una atención continua a lo largo de todas las fases del procedimiento quirúrgico. La colaboración en un enfoque multidisciplinario, que incluya a anestesiólogos, cirujanos y otros profesionales de la salud, es crucial

para asegurar tanto la seguridad como el éxito del tratamiento en esta población específica de pacientes.

Pacientes con comorbilidades múltiples: estrategias anestésicas

Como afirma la Asociación Entrerriana de Anestesiología, Analgesia y Reanimación (2021), la comorbilidad se refiere a la coexistencia de dos o más enfermedades junto a una enfermedad principal que requiere atención médica. Estas enfermedades adicionales pueden influir negativamente en el perfil de riesgo clínico del paciente, lo que resalta la importancia de identificarlas y gestionarlas adecuadamente.

En el contexto de la consulta preanestésica, es fundamental que el anestesiólogo realice una evaluación exhaustiva del paciente, prestando especial atención a las comorbilidades. Esta evaluación es crucial para desarrollar un plan de manejo perioperatorio que sea lo más efectivo posible, garantizando así la seguridad y el bienestar del paciente durante el procedimiento.

De igual manera para Smith citado por Vega (2024), la anestesia en pacientes con comorbilidades es un reto importante en la práctica clínica debido a la variedad de condiciones médicas que pueden presentarse simultáneamente. Es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de las comorbilidades, que incluyen cardiopatías, diabetes mellitus, enfermedades pulmonares crónicas e insuficiencia renal, entre otros trastornos sistémicos. Este enfoque detallado es esencial para reducir los riesgos asociados al periodo perioperatorio y mejorar los resultados en la fase postoperatoria. La gestión adecuada de estas condiciones puede marcar la diferencia en la seguridad y eficacia del procedimiento anestésico.

También, Johnson citado por Vega (2024), las estrategias anestésicas deben ser personalizadas para cada paciente, teniendo en cuenta sus necesidades específicas. Es fundamental considerar la naturaleza de las comorbilidades del paciente, así como el tipo de cirugía que se va a realizar. Esta individualización es clave para garantizar la seguridad y eficacia del procedimiento anestésico.

Asimismo, es relevante citar a Vega (2024), donde explica que la anestesia en pacientes con comorbilidades complejas exige una planificación meticulosa y un enfoque colaborativo entre diferentes especialidades médicas. Es esencial realizar una evaluación preoperatoria detallada para identificar y optimizar las comorbilidades específicas que puedan afectar el procedimiento anestésico.

La planificación anestésica debe ser individualizada, teniendo en cuenta las características particulares de cada paciente. Durante la cirugía, se requiere una monitorización intraoperatoria avanzada para detectar cualquier complicación de manera oportuna. Además, los cuidados postoperatorios deben ser intensivos para asegurar una recuperación adecuada Tabla 2.

En el mismo orden de ideas, según Kheterpal citado por Vega (2024), la anestesia regional se considera una opción preferible para algunos pacientes, ya que presenta un menor impacto hemodinámico y un riesgo reducido de complicaciones respiratorias. Por otro lado, la anestesia general puede ser indispensable en ciertos procedimientos, lo que requiere un manejo cuidadoso. Es fundamental ajustar las dosis de los agentes anestésicos y realizar un monitoreo riguroso de los signos vitales durante su aplicación.

Tabla 5.

Estrategias para el manejo de pacientes con comorbilidades complejas.

Estrategia	Descripción	Autores Revisados
Evaluación preoperatoria exhaustiva	Evaluación cardiológica, pulmonar y renal; control glucémico en diabéticos.	Fleisher et al. (2014), Lee et al. (2015), Adams et al. (2013)
Manejo preoperatorio de comorbilidades	Optimización del control glucémico, uso de betabloqueadores y estatinas, corrección de desequilibrios electrolíticos.	Dhatariya et al. (2020), Fleisher et al. (2014), Lentine et al. (2016)
Planificación anestésica individualizada	Elección entre anestesia regional y general; ajuste de dosis de agentes anestésicos.	Kheterpal et al. (2010), Johnson et al. (2019)
Monitorización intraoperatoria avanzada	Uso de monitoreo hemodinámico invasivo y control continuo del gasto cardíaco y glucosa sanguínea.	Pearse et al. (2014), Dhatariya et al. (2020)
Cuidados postoperatorios intensivos	Vigilancia en UCI para detección temprana de complicaciones, intervención en complicaciones cardiacas y metabólicas.	Khuri et al. (2005), Smith et al. (2018)

Nota. Tomado de Manejo Anestésico en Pacientes con Comorbilidades Complejas: Estrategias Efectivas y Resultados Postoperatorios de Vega (2024), https://recimundo.com/index.php/es/article/download/2010/2513/3602

Las comorbilidades como las enfermedades cardíacas, la diabetes, las afecciones pulmonares crónicas y la insuficiencia renal son factores que influyen considerablemente en el manejo anestésico y en los resultados tras la cirugía. La adopción de prácticas basadas en la evidencia y la personalización de la atención son cruciales para mejorar los resultados quirúrgicos en estos pacientes Tabla 3.

Tabla 6.

Impacto de las comorbilidades en el manejo anestésico y los resultados postoperatorios.

Comorbilidad	Impacto en el manejo anestésico y resultados postoperatorios	Autores Revisados
Cardiopatías	Mayor riesgo de eventos adversos perioperatorios; necesidad de optimización preoperatoria con betabloqueadores y estatinas.	Fleisher et al. (2014), Kristensen et al. (2014)
Diabetes mellitus	Aumento del riesgo de infecciones y complicaciones metabólicas; importancia del control glucémico estricto.	Dhatariya et al. (2020), Frisch et al. (2010)
Enfermedades pulmonares crónicas	Mayor riesgo de complicaciones respiratorias; necesidad de optimización preoperatoria y elección cuidadosa de técnicas anestésicas.	Blumenthal et al. (2018)
Insuficiencia renal	Alteración en la farmacocinética de medicamentos; necesidad de evitar agentes nefrotóxicos y ajustar dosis.	Lentine et al. (2016)
Otras comorbilidades	Impacto de la obesidad, enfermedad hepática crónica y trastornos hematológicos en el manejo anestésico y resultados.	Fowler et al. (2019)

Nota. Tomado de Manejo Anestésico en Pacientes con Comorbilidades Complejas: Estrategias Efectivas y Resultados Postoperatorios de Vega (2024), https://recimundo.com/index.php/es/article/download/2010/2513/3602

Manejo del Dolor Agudo y Crónico en Pacientes con Hernia Discal

El manejo del dolor en pacientes con hernia discal abarca tanto tratamientos farmacológicos como intervencionistas. Los analgésicos y antiinflamatorios son fundamentales, pero también se consideran técnicas como la epidurolisis, la radiofrecuencia y la descompresión percutánea del disco. Estas intervenciones han mostrado eficacia en la reducción del dolor, tanto crónico como agudo. Al ofrecer alternativas a los tratamientos convencionales, estas técnicas contribuyen a mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Según Lizón (2024), la epidurolisis es un procedimiento médico que se realiza bajo anestesia local y sedación, utilizando un aparato de rayos X para guiar la colocación del catéter. El proceso comienza con la localización del

punto de entrada en el sacro, seguido de la administración de anestesia local. Se introduce suero con una sustancia radio opaca que permite visualizar el flujo en el canal espinal, identificando áreas donde hay obstrucciones que requieren tratamiento.

Una vez localizado el área de lesión, se avanza el catéter hasta el sitio específico, donde se administran las medicaciones adecuadas. Las principales medicaciones utilizadas en la epidurolisis son corticoides y anestésicos locales, que ayudan a aliviar el dolor y la inflamación, siendo especialmente efectivos en casos de hernia discal o estenosis. La hialuronidasa se utiliza para romper adherencias y reducir la fibrosis, mientras que el suero salino hipertónico ayuda a disminuir el edema en las raíces nerviosas inflamadas.

Además de los efectos de las medicaciones, la introducción de un volumen de líquido en el canal espinal puede contribuir a romper adherencias, al ejercer presión en las áreas afectadas. Este enfoque integral busca mejorar el dolor y la funcionalidad del paciente.

La epidurolisis es eficaz a corto plazo, con mejoras significativas en el 60-80% de los pacientes en los primeros tres meses. Sin embargo, la efectividad disminuye con el tiempo, llegando solo al 50% de mejoría entre los tres y seis meses, lo que a menudo requiere repeticiones anuales del procedimiento. A pesar de su eficacia, puede tener complicaciones graves, como introducción accidental de sustancias en la médula espinal, con riesgo de hemorragias cerebrales o tetraplejia.

La opinión sobre este procedimiento está dividida; algunos lo consideran una opción eficaz para el control del dolor en casos complejos, mientras que otros destacan las posibles complicaciones y la corta duración de las mejoras.

Asimismo, es relevante mencionar Morales (2024), donde explica que la Descompresión Discal Percutánea con Láser (PLDD) es una técnica innovadora y mínimamente invasiva en el tratamiento del dolor, especialmente para hernias de disco. Esta alternativa a la cirugía convencional utiliza un láser para tratar el problema sin necesidad de incisiones, lo que permite una recuperación más rápida.

El procedimiento se realiza bajo guía radiológica, donde se introduce una aguja fina en el disco afectado. A través de esta aguja, se aplica energía láser para vaporizar una pequeña parte del núcleo pulposo del disco, lo que reduce la presión interna y alivia la compresión sobre las estructuras nerviosas. Esto resulta en una disminución significativa del dolor y otros síntomas, como la ciática.

La PLDD presenta un bajo riesgo de complicaciones, como infecciones o lesiones en estructuras cercanas, y es especialmente beneficiosa para pacientes que no han respondido a tratamientos convencionales. Con una tasa de éxito que varía entre el 60% y el 80%, esta técnica se posiciona como una opción valiosa en el manejo del dolor discal.

También, la radiofrecuencia pulsada del ganglio dorsal se presenta como una opción eficaz para el tratamiento del dolor ciático asociado a la radiculopatía, que puede ser causada por daño en raíces nerviosas lumbares o sacras. Este procedimiento se considera más efectivo que las infiltraciones para el control del dolor en estos casos.

El tratamiento utiliza una técnica de radiofrecuencia en pulsos que permite la neuro-modulación de la percepción del dolor en la médula espinal, actuando de manera similar a una anestesia eléctrica, pero sin causar daño a las estructuras nerviosas.

Los efectos del tratamiento suelen durar entre 3 y 6 meses. En caso de que el dolor regrese después de este periodo, es posible repetir el procedimiento, ya que se considera una técnica muy segura.

De igual manera para Ribera mencionada por el Govern Illes Balears (2022), donde explica que un nuevo tratamiento de descompresión discal percutánea mediante radiofrecuencia coablativa ha demostrado ser efectivo en la reducción del dolor radicular en miembros inferiores, especialmente en casos de protrusión o hernia discal lumbar contenida. Este procedimiento es particularmente recomendable para personas en edad activa que sufren de dolor ciático severo, el cual puede causar una significativa discapacidad.

La técnica se realiza de manera ambulatoria, lo que significa que no requiere cirugía y permite a los pacientes experimentar una notable mejoría clínica. Esto les facilita la recuperación de su actividad habitual, incluyendo la laboral, sin dejar secuelas.

El procedimiento implica la inserción de una aguja en el disco afectado, a través de la cual se introduce una sonda con punta bipolar que utiliza tecnología de Resonancia Cuántica Molecular (QMR). Esta tecnología permite realizar una disociación molecular del tejido del núcleo pulposo discal sin incrementar la temperatura, lo que facilita la retracción de la hernia o protrusión a su posición original. Si es necesario, se puede optar por una nucleotomía percutánea para extraer una mayor cantidad de material pulposo.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 5

Anestesia y medicina de precisión

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Anestesia y medicina de precisión

Introducción

La integración de la anestesia con la medicina de precisión representa un avance significativo en la atención médica individualizada. La capacidad de personalizar el manejo anestésico según las características genéticas, fisiológicas y clínicas de cada paciente ofrece oportunidades para optimizar la seguridad y eficacia de los procedimientos quirúrgicos. En este contexto, la anestesia de precisión busca mejorar los resultados clínicos al adaptar las estrategias anestésicas a las necesidades específicas de cada individuo, marcando así un camino hacia una atención más personalizada y efectiva en el campo de la anestesiología.

Inteligencia artificial y aprendizaje automático en anestesiología

En primer lugar, es relevante mencionar a Molina (2023), donde explica que el aprendizaje automático es un subcampo de la inteligencia artificial (IA) que se centra en el desarrollo de sistemas capaces de aprender de los datos. Este enfoque permite a los sistemas realizar predicciones o tomar decisiones de manera autónoma, sin necesidad de ser programados de forma explícita para cada tarea. La capacidad de aprender de los datos es fundamental para mejorar la precisión y la eficacia de las decisiones que toman estos sistemas.

En síntesis, el aprendizaje automático representa una evolución significativa en la forma en que las máquinas interactúan con la información y toman decisiones basadas en patrones y tendencias identificadas en los datos.

En segundo lugar, es importante mencionar a Cárdenas (2023), el aprendizaje automático se ha consolidado como un elemento clave a aplicación de la inteligencia artificial (IA), con diferentes enfoques como el aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo, cada uno con aplicaciones específicas en el campo médico, especialmente en anestesiología.

La IA tiene un papel crucial en diversas áreas de la anestesiología, incluyendo la monitorización de la profundidad de la anestesia, el control anestésico, la predicción de eventos perioperatorios, la orientación ecográfica, el manejo del dolor y la logística quirúrgica. Además, contribuye a la formación de profesionales mediante el uso de simuladores y sistemas de tutoría personalizados, mejorando así la educación en este ámbito.

Sin embargo, la integración de la IA en anestesiología también enfrenta retos significativos relacionados con la ética, la práctica, la legalidad y la se-

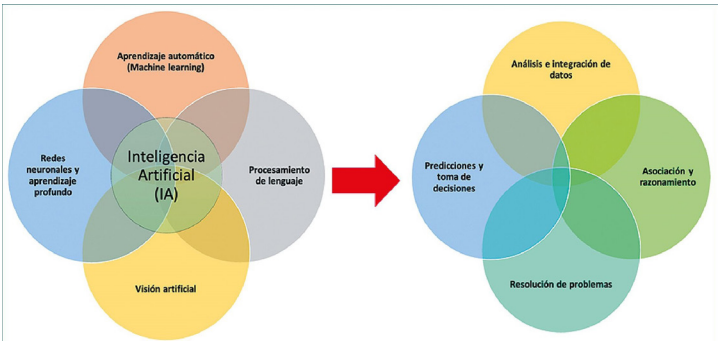
guridad. Se plantean preocupaciones sobre la privacidad de los datos y la autonomía en la toma de decisiones. En este sentido, la supervisión humana sigue siendo fundamental, y la colaboración entre disciplinas es esencial para abordar los dilemas éticos y garantizar un uso responsable de esta tecnología avanzada.

De igual manera, desde el punto de vista de Martínez (2024), la integración de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automatizado en la atención anestésica se presenta como una nueva frontera con un gran potencial. Esta tecnología podría mejorar tanto la eficiencia como la seguridad en los procedimientos anestésicos. Profesionales de la anestesiología a nivel global están llevando a cabo investigaciones para explorar el impacto positivo que la IA puede tener en su especialidad. La adopción de estas herramientas tecnológicas podría transformar la práctica anestésica, alineándose con las tendencias de innovación en otras áreas de la medicina.

El concepto de inteligencia artificial (IA) fue introducido por John McCarthy en 1956. Actualmente, se clasifica en subtipos como aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje, visión artificial, redes neuronales, lógica difusa y aprendizaje profundo. Estas tecnologías permiten a las máquinas aprender automáticamente mediante el reconocimiento de objetos, palabras e imágenes, análisis de datos, razonamiento, resolución de problemas y toma de decisiones basadas en algoritmos avanzados Figura 6.

Figura 6.

Esquema de Venn de subtipos de Inteligencia Artificial y posibles aplicaciones.



Nota. Tomado de *Inteligencia Artificial y la anestesia del futuro* de Martínez (2024), https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv53n3-02/

Los avances en inteligencia artificial (IA) han transformado la anestesiología, enfocándose en tres áreas clave: la evaluación preoperatoria y la predicción de riesgos perioperatorios, la monitorización intraoperatoria y la atención posoperatoria. Estas aplicaciones permiten a los anestesiólogos adoptar un enfoque proactivo en la prevención y resolución de problemas clínicos, así como en la toma de decisiones durante situaciones críticas.

Un beneficio significativo de la IA en este campo es su capacidad para identificar correlaciones y patrones que pueden ser difíciles de detectar para el ser humano. Esto no solo mejora la precisión en el diagnóstico y manejo de los pacientes, sino que también libera al anestesiólogo para que se concentre en la evaluación general y en la toma de decisiones informadas, optimizando así la atención al paciente Figura 7.

Figura 7.

Integración del análisis y predicción de riesgos en anestesia y medicina perioperatoria para la toma de decisiones.

Nota. Tomado de *Inteligencia Artificial y la anestesia del futuro* de Martínez (2024), https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv53n3-02/

Los algoritmos de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos de pacientes, como registros médicos y resultados de laboratorio, para crear modelos predictivos. Mediante técnicas de aprendizaje automático, robótica y visión por computadora, la IA ayuda a evaluar riesgos, predecir complicaciones y personalizar tratamientos. Esto mejora la selección de pacientes y optimiza estrategias de tratamiento, permitiendo al anestesiólogo enfocarse en el análisis general y la toma de decisiones.

Los algoritmos predictivos permiten identificar factores de riesgo y pronosticar respuestas del paciente a la anestesia. Los sistemas de monitoreo basados en IA analizan continuamente signos vitales y datos intraoperatorios en tiempo real, lo que les permite detectar anomalías y predecir eventos adversos. Esto alerta a los anestesiólogos sobre posibles complicaciones, facilitando decisiones clínicas proactivas y recomendaciones específicas basadas en datos del paciente y evidencia científica.

El aprendizaje automatizado está mejorando la capacidad predictiva en el ámbito intraoperatorio a medida que se generan y analizan más datos. Diversos estudios exploran la predicción de complicaciones como depresión respiratoria, mortalidad posoperatoria, recuperación del bloqueo neuromuscular y episodios de hipotensión. La IA también puede anticipar dificultades en la vía aérea, optimizar la dosificación de fármacos, evaluar la profundidad de inconsciencia, prevenir el dolor y gestionar fluidoterapia.

Además, ayuda a identificar interacciones farmacológicas, detectar deterioro postanestésica y minimizar riesgos, mientras predice la estancia posoperatoria y ofrece recomendaciones para el manejo de cuidados críticos y logística quirúrgica.

Existen sistemas robóticos en anestesia que se dividen en robots cognitivos, farmacológicos y mecánicos. Los robots cognitivos preoperatorios se encargan de detectar hallazgos anormales en laboratorios, seguir listas de verificación y asegurar la dosificación de fármacos con horarios y alarmas inteligentes. Por otro lado, los robots farmacológicos procesan datos clínicos y bioseñales para administrar la dosis de anestesia adecuada según las necesidades individuales del paciente.

El aprendizaje automático mediante IA tiene el potencial de guiar nuestra práctica diaria en anestesia, permitiendo establecer escalas de deterioro y predicción de alteraciones hemodinámicas. Esto podría resultar en estadías hospitalarias más cortas, puntajes de dolor mejorados, reducción de complicaciones, mortalidad y morbilidad asociadas con la anestesia. La integración entre monitores y dispositivos de dosificación farmacológica, junto con la evaluación de tendencias de signos vitales y recomendaciones de manejo, imagenología, gestión de datos y generación de algoritmos automatizados evaluados por expertos en base a poblaciones específicas, puede mejorar la seguridad en anestesia y protocolos.

Es crucial recordar que la seguridad es de suma importancia. Fallos en el software o introducción de datos incorrectos pueden ser riesgos. Controles

de seguridad, la posibilidad de anular el sistema y volver al modo totalmente automatizado son consideraciones importantes. En situaciones extremas en las que la IA no funcione como se espera, los humanos deben ser capaces de actuar y responder adecuadamente, especialmente en casos complejos.

El cuidado posoperatorio se beneficia significativamente de la inteligencia artificial (IA), que juega un papel fundamental en el seguimiento de los pacientes durante su recuperación. Los algoritmos de aprendizaje automático son capaces de analizar datos posoperatorios, como signos vitales, niveles de dolor y uso de medicamentos, lo que permite identificar tendencias y predecir los resultados de salud de los pacientes.

Los sistemas de IA pueden detectar posibles complicaciones, lo que facilita intervenciones tempranas y una gestión proactiva de la salud. Además, la IA contribuye a la creación de planes personalizados para el manejo del dolor, teniendo en cuenta factores individuales de cada paciente y optimizando la dosificación de analgésicos.

En el contexto de la unidad de cuidados intensivos, se han realizado diversos estudios que utilizan modelos de aprendizaje automático para predecir aspectos críticos como la morbilidad, el destete de ventilación, el deterioro clínico, la mortalidad, el reingreso y la detección temprana de sepsis. Estos avances subrayan la importancia de la IA en la mejora de los resultados clínicos y la atención al paciente.

En el mismo orden de ideas es relevante señalar que el impacto de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la anestesiología es significativo, especialmente en la educación y la práctica clínica. La capacitación continua, ya sea virtual o presencial, es esencial para fortalecer los factores humanos y reducir errores. Esto se logrará a través de sistemas de simulación, tecnología de realidad virtual, redes sociales y aplicaciones móviles, lo que contribuirá a mejorar los estándares clínicos y la seguridad del paciente.

Las simulaciones virtuales y los programas de formación que utilizan tecnología de realidad aumentada son herramientas clave para mejorar las habilidades y la eficiencia del aprendizaje. Estas tecnologías permiten una identificación precisa de estructuras anatómicas, lo que es crucial para procedimientos como el manejo de la vía aérea, la intubación traqueal, los bloqueos regionales y los accesos vasculares Figura 8.

Figura 8.

Uso de realidad virtual e Inteligencia Artificial en simulación y aumento de habilidades.

Nota. Tomado de *Inteligencia Artificial y la anestesia del futuro* de Martínez (2024), https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv53n3-02/

Dispositivos portátiles y telemedicina para el seguimiento postoperatorio

Desde el punto de vista de Albundio (2024), las tecnologías portátiles están revolucionando el monitoreo y la gestión de la salud, permitiendo un seguimiento continuo y en tiempo real de parámetros vitales a través de dispositivos como relojes inteligentes y monitores de glucosa. Su uso se extiende desde el manejo de enfermedades crónicas hasta la promoción del bienestar general, destacando beneficios como la personalización del cuidado, el empoderamiento del paciente y la reducción de costos en el sistema de salud.

No obstante, estas tecnologías enfrentan desafíos significativos, incluyendo la precisión de los datos, la seguridad de la información y la accesibilidad para todos los usuarios. A pesar de estas dificultades, el futuro de los wearables se presenta optimista, con innovaciones que prometen mejorar la atención personalizada y los resultados en salud Figura 9.

Figura 9.

Relojes inteligentes para monitorizar la salud y la actividad física.

Nota. Tomado de La importancia de los dispositivos portátiles en el cuidado de la salud de M3 Pulse(2023),https://m3globalresearch.blog/es/2023/03/28/the-importance-of-wearable technology-in-healthcare/

Según el HospiMedica (2022), la nueva solución de monitoreo de pacientes portátil ofrece un enfoque innovador para la atención médica, permitiendo un flujo de trabajo eficiente en la supervisión continua de las condiciones del paciente. Este sistema mejora la monitorización rutinaria al integrar interconexión inalámbrica completa con monitorización multiparamétrica precisa. Además, optimiza los flujos de trabajo y asegura una integración fluida tanto en entornos hospitalarios como en el hogar. Como resultado, se contribuye a mejorar los resultados clínicos a lo largo del recorrido del paciente, destacando la importancia de brindar atención centrada en el paciente.

Donde, Mukherjee (2024), expone que en investigaciones han llegado a la conclusión de que los pacientes que participaron en un programa de ejercicios con control personalizado mediante un dispositivo portátil experimentaron mejoras significativas en su actividad física después de la cirugía. Esta mejora se observó en comparación con aquellos que recibieron atención posoperatoria estándar. Además, los resultados relacionados informados por los pacientes también fueron más favorables en el grupo que utilizó el programa de ejercicios. Estos hallazgos sugieren que la implementación de un enfoque personalizado en la rehabilitación posquirúrgica puede tener un impacto positivo en la recuperación de los pacientes.

En cambio, según FK Inversiones (2020), la telemedicina se ha consolidado como una herramienta eficaz para ofrecer atención médica a distancia,

superando barreras geográficas y facilitando el acceso a servicios de salud. Uno de los aspectos más destacados es la posibilidad de realizar consultas virtuales, donde los pacientes pueden interactuar con sus médicos a través de plataformas de videoconferencia, lo que no solo reduce la necesidad de desplazamientos, sino que también incrementa la comodidad para los usuarios.

Además, la telemedicina permite el seguimiento remoto de los pacientes. A través de dispositivos portátiles, los pacientes pueden enviar datos de salud a sus médicos, quienes pueden monitorear su progreso de manera continua y tomar decisiones informadas sobre su tratamiento. Este enfoque proactivo en el cuidado de la salud contribuye a una atención más personalizada y efectiva Figura 10.

Figura 10.

La telemedicina.

Nota. Tomado de *¿Qué es la telemedicina?* de Equipo Editorial El Hospital (2023), https://www.elhospital.com/es/noticias/que-es-la-telemedicina

De igual manera, la telemedicina se utiliza para ofrecer educación y asesoramiento tanto a pacientes como a cuidadores. Esto mejora la comprensión de las condiciones médicas y promueve el autocuidado, lo que es fundamental para el manejo adecuado de la salud a largo plazo. En conjunto, estos elementos destacan la importancia y el potencial de la telemedicina en la atención sanitaria moderna.

El impacto de la tecnología en la atención médica ofrece beneficios significativos para los pacientes. En primer lugar, la mayor accesibilidad a través de la telemedicina y dispositivos portátiles permite que los pacientes reciban atención médica desde cualquier ubicación, lo que es especialmente valioso en áreas remotas o para aquellos con movilidad limitada.

Además, la atención personalizada se ve favorecida por el uso de datos, lo que permite adaptar los tratamientos a las necesidades específicas de cada paciente. La detección temprana de problemas de salud se facilita mediante tecnologías de monitoreo continuo y algoritmos de inteligencia artificial, lo que mejora las tasas de éxito en los tratamientos.

La adherencia al tratamiento también se beneficia de la tecnología, ya que la telemedicina y las herramientas de recordatorio de medicamentos ayudan a los pacientes a seguir sus regímenes de tratamiento y gestionar enfermedades crónicas de manera más efectiva. Por último, la tecnología contribuye a la reducción de costos al minimizar desplazamientos innecesarios y optimizar la eficiencia en la atención médica, beneficiando tanto a pacientes como a proveedores de salud.

Asimismo, para Mansilla (2020), la e-Salud, o salud electrónica, se presenta como una solución innovadora para el seguimiento de pacientes, utilizando tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la atención sanitaria. Este enfoque abarca diversas áreas, entre las que destacan la telesalud, la salud móvil (mSalud), el registro médico electrónico y el e-learning.

La telesalud se define como la prestación de servicios de salud a través de TIC, especialmente en situaciones donde la distancia dificulta el acceso a la atención médica. Dentro de este ámbito, la telemonitorización permite la vigilancia remota de signos vitales, como el ritmo cardíaco y los niveles de glucosa, sin necesidad de interacción directa entre el paciente y el profesional de salud. Por otro lado, el telecuidado implica una comunicación activa entre el paciente o su cuidador y el personal sanitario, facilitando orientación y asistencia a través de diversas plataformas de comunicación.

Además, la e-Salud incluye otros términos como telemedicina, telediagnóstico y teleconferencia, que complementan la telesalud. La salud móvil, o mSalud, se refiere al uso de dispositivos móviles para promover la salud y facilitar la comunicación entre pacientes y profesionales a través de internet.

En sinopsis, la e-Salud representa una alternativa estratégica para los profesionales de la salud, mejorando el acercamiento al paciente y promoviendo una mayor aceptación de los tratamientos, especialmente en áreas

como la cirugía y anestesia. Esto puede resultar en una mayor eficiencia del sistema de salud, al incorporar nuevas vías para el seguimiento y atención de los pacientes.

Para finalizar, es importante mencionar a Reservo (2021), el cual explica la diferencia entre telesalud y telemedicina radica en que la primera implica una a gama de tecnologías y servicios muy diversa y extensa, mientras que la segunda se limita a los procedimientos clínicos remotos.

Aplicaciones de la realidad virtual y aumentada en la formación y práctica anestésica.

Según Menéndez (2023), el Metaverso ha evolucionado significativamente y se ha consolidado en el ámbito médico. Se fundamenta en cuatro pilares esenciales: la realidad virtual, la realidad aumentada, la realidad mixta y los avances en telecomunicación. La realidad virtual permite la creación de entornos completamente digitales, mientras que la realidad aumentada integra elementos digitales en el mundo real. La realidad mixta combina ambas realidades, facilitando interacciones más complejas.

Además, la mejora en la velocidad de la comunicación por internet ha sido crucial para el desarrollo y la implementación de estas tecnologías. Estos elementos han permitido que el Metaverso tenga un impacto notable en diversas profesiones, destacando especialmente en la educación médica.

Donde, los componentes del metaverso ofrecen oportunidades significativas para la educación y el entrenamiento de anestesiólogos. La realidad virtual se presenta como una herramienta valiosa para desarrollar escenarios clínicos que mejoren la formación de las nuevas generaciones de profesionales. Por otro lado, la realidad aumentada ha demostrado su eficacia en el entorno quirúrgico, contribuyendo al desarrollo profesional de los anestesiólogos.

La integración de estas tecnologías representa una evolución necesaria en la enseñanza de esta especialidad, que debe adaptarse a la innovación debido a la gran responsabilidad clínica que conlleva. El metaverso, como plataforma amplia y versátil, invita al equipo de anestesiología a explorar y construir su propio espacio dentro de este entorno, lo que les permitirá continuar su crecimiento como especialidad.

De igual manera para Garduño (2024), la realidad virtual (RV) se presenta como una herramienta valiosa en la gestión del dolor, tanto agudo como crónico, al funcionar como un mecanismo de distracción dentro de un enfoque de analgesia multimodal. La integración de la inteligencia artificial y la RV en

la capacitación para el tratamiento del dolor y la anestesia regional guiada por ultrasonido ofrece beneficios significativos, mejorando la precisión y eficacia de los procedimientos. Estas innovaciones proporcionan a los anestesiólogos recursos avanzados que facilitan el diagnóstico y la atención personalizada.

Donde, el manejo del dolor agudo se beneficia significativamente del uso de la realidad virtual (RV), que actúa como una estrategia efectiva para distraer a los pacientes durante procedimientos incómodos. Al crear un entorno virtual envolvente, la RV desvía la atención del paciente de la experiencia dolorosa hacia actividades y estímulos más placenteros, lo que contribuye a una reducción en la percepción del dolor. Este enfoque ha mostrado ser especialmente valioso en poblaciones pediátricas, donde la ansiedad y el miedo al dolor presentan desafíos adicionales en su manejo Figura 11.

Figura 11.

Realidad virtual.

Nota. Tomado de *Viaje inmersivo: realidad virtual para la gestión del dolor y la enseñanza en anestesia regional guiada por ultrasonido* de Garduño (2024), https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2024/cma244o.pdf

El dolor postoperatorio es una complicación frecuente que puede afectar negativamente a los pacientes que se someten a cirugía. Este tipo de dolor puede tener consecuencias adversas significativas en la recuperación y bienestar del paciente. En respuesta a este desafío, la realidad virtual (RV) ha emergido como una estrategia prometedora dentro de un enfoque de analgesia multimodal. Sin embargo, los efectos de la RV en el manejo del dolor postoperatorio aún no se comprenden completamente, lo que sugiere la necesidad de más investigación en este campo.

Además, la simulación avanzada mediante RV y algoritmos inteligentes es crucial para el desarrollo de habilidades prácticas en un entorno seguro y controlado, lo que permite una experiencia de aprendizaje inmersiva. También se resalta la importancia de estas tecnologías en la evaluación y el monitoreo del progreso en la formación médica, contribuyendo así a la mejora continua en la práctica clínica Figura 12.

Figura 12.

Realidad virtual de bloqueos regionales de extremidad superior y abdomen

Nota. Tomado de Viaje inmersivo: realidad virtual para la gestión del dolor y la enseñanza en anestesia regional guiada por ultrasonido de Garduño (2024),

https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2024/cma244o.pdf

El desarrollo de tecnología de realidad virtual en la enseñanza de anestesia regional se centra en la integración de diversas habilidades técnicas. Es fundamental el reconocimiento de imágenes sonoanatómicas, lo que permite a los estudiantes familiarizarse con la anatomía relevante de manera más efectiva. Además, se requiere un conocimiento especializado en anestesia para asegurar que el contenido educativo sea preciso y relevante.

La colaboración interdisciplinaria es otro aspecto clave en este proceso, ya que involucra a profesionales de diferentes áreas que trabajan juntos para diseñar experiencias educativas que sean tanto efectivas como envolventes.

Esto no solo mejora la calidad de la enseñanza, sino que también enriquece la formación de residentes y anestesiólogos, preparándolos mejor para situaciones clínicas reales. En resumen, la combinación de tecnología, habilidades técnicas y colaboración es esencial para el éxito de la educación en anestesia regional a través de la realidad virtual.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 6

Farmacología anestésica del futuro

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Farmacología anestésica del futuro

Introducción

En la farmacología anestésica del futuro, el aprendizaje automático mediante inteligencia artificial está revolucionando la práctica clínica. Este avance tiene el potencial de mejorar la seguridad, eficacia y resultados de la anestesia, permitiendo una atención más personalizada y predictiva. La integración de monitores, dispositivos de dosificación farmacológica y algoritmos automatizados evaluados por expertos promete transformar la forma en que se manejan los pacientes antes, durante y después de los procedimientos quirúrgicos. ¡El futuro de la farmacología anestésica se vislumbra emocionante y lleno de posibilidades!

Nuevos agentes anestésicos y analgésicos

En primer lugar, es relevante mencionar a Santín (2024), donde expone que los agentes anestésicos inhalados son fundamentales en la anestesia moderna, proporcionando un control preciso y una rápida recuperación durante los procedimientos quirúrgicos. Su capacidad para ajustar rápidamente la profundidad de la anestesia es una ventaja significativa, aunque su uso también implica riesgos como hipertermia maligna, toxicidad hepática, hipotensión y náuseas postoperatorias. Por lo tanto, es esencial una monitorización cuidadosa y un manejo adecuado para asegurar la seguridad del paciente.

La investigación en este campo es crucial para mejorar la seguridad de estos agentes y desarrollar nuevos anestésicos que presenten menos efectos adversos. La evolución de las prácticas y la tecnología en anestesia permitirá optimizar el uso de anestésicos inhalados, beneficiando tanto a los pacientes como a los profesionales de la salud.

Cada uno de los anestésicos inhalados más comunes, como sevoflurano, desflurano, isoflurano y óxido nitroso, tiene características únicas que los hacen adecuados para diferentes contextos clínicos. El sevoflurano es conocido por su rápida recuperación y baja irritación de las vías respiratorias, mientras que el desflurano se destaca por su rápida eliminación. El isoflurano es ideal para procedimientos prolongados debido a su estabilidad hemodinámica, y el óxido nitroso ofrece un efecto analgésico adicional. Sin embargo, es vital monitorear su administración para gestionar complicaciones potenciales.

A medida que avanza la práctica anestésica, es importante equilibrar los beneficios clínicos con los riesgos asociados y considerar el impacto ambiental de los anestésicos inhalados. Las complicaciones como la hipotensión y

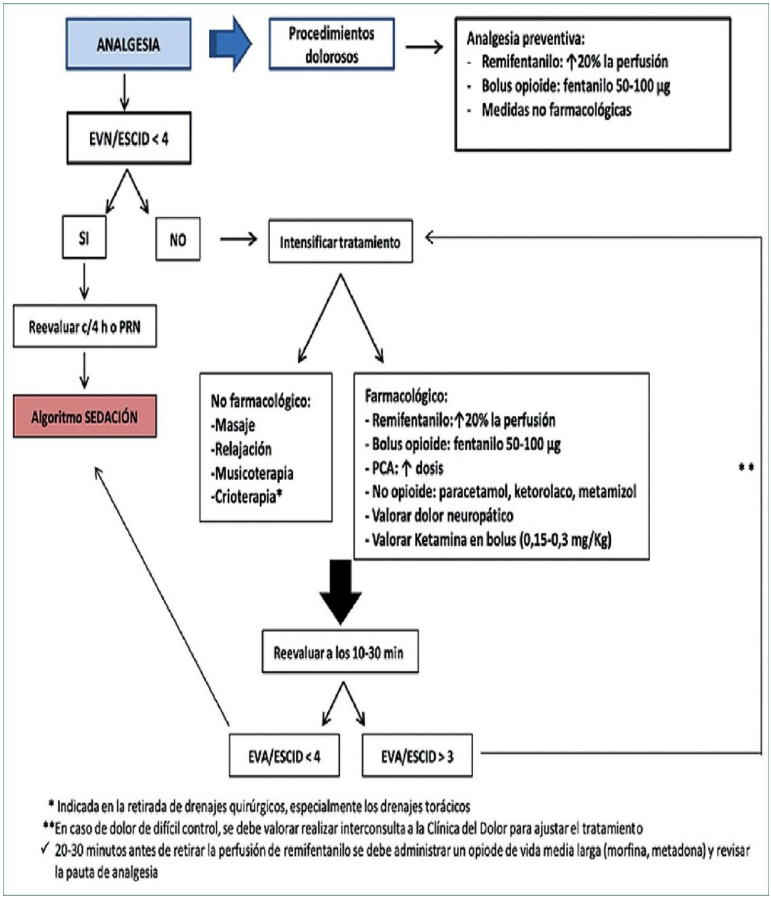
los vómitos postoperatorios requieren estrategias de manejo proactivas, y la neurotoxicidad y hepatotoxicidad necesitan una evaluación continua. La atención a la seguridad del paciente y la sostenibilidad ambiental será clave para asegurar que la anestesia inhalatoria siga siendo una opción valiosa en la práctica clínica futura.

Tal como expresa, Martínez (2023), el dolor en los cuidados intensivos es un problema frecuente que a menudo se evalúa y maneja de manera inadecuada. Es fundamental realizar evaluaciones periódicas del dolor y aplicar un régimen analgésico multimodal basado en protocolos establecidos. La selección de fármacos analgésicos debe considerar los trastornos fisiológicos que pueden presentarse en la UCI y el riesgo de daño orgánico asociado a estos medicamentos Figura 13.

Los opioides son esenciales en el tratamiento del dolor, pero se debe promover un enfoque multimodal siempre que sea posible. La implementación de la analgesia multimodal en pacientes críticos representa una oportunidad significativa para mejorar su pronóstico general. Este enfoque permite reducir el uso de opioides y, por ende, las complicaciones relacionadas con su uso. Además, es crucial realizar un manejo individualizado y evaluar diariamente las necesidades de cada paciente, ajustando las terapias según sea necesario Figura 14.

Figura 13.

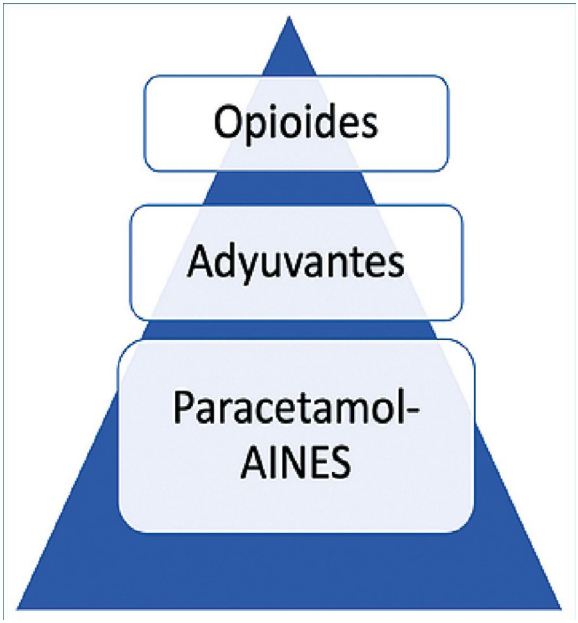
Algoritmo propuesto para el manejo de analgesia en la unidad de cuidados intensivos.



Nota. Tomado de *Analgesia multimodal en el paciente crítico* de Martínez (2023), https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv5223121124.pdf

Figura 14.

Nueva pirámide en el manejo del dolor.



Nota. Tomado de *Analgesia multimodal en el paciente crítico* de Martínez (2023), https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv5223121124.pdf

Ahora bien, es relevante mencionar a The Cconversation (2022), con respecto a los analgésicos, el manejo del dolor es un aspecto fundamental de la atención sanitaria, y los analgésicos juegan un papel crucial en mejorar la calidad de vida de los pacientes. Los fármacos analgésicos incluyen una variedad de opciones, desde antiinflamatorios no esteroideos como el ibuprofeno, hasta opioides menores como la codeína, y opioides mayores como la morfina, el fentanilo y la oxicodona.

En años recientes, ha habido un aumento significativo en la prescripción de opioides, impulsado por una disminución en el temor a su uso. A pesar de su efectividad en el tratamiento del dolor, el uso prolongado de estos medicamentos puede acarrear problemas, lo que ha generado un creciente interés en la búsqueda de alternativas para el manejo del dolor.

El consumo crónico de opioides puede llevar a tolerancia y adicción, aunque son ampliamente usados para tratar el dolor. Es crucial emplearlos de forma racional para evitar abusos. La OMS recomienda un enfoque escalonado

con opioides si los antiinflamatorios no esteroideos no son suficientes. Sin embargo, estos últimos también pueden tener efectos adversos, especialmente con dosis altas y uso prolongado, causando problemas gastrointestinales y renales.

Es importante mencionar que la adenosina se presenta como una sustancia prometedora en la búsqueda de nuevos tratamientos para el dolor, especialmente en el contexto del dolor neuropático, que es resistente a los opioides. Su acción se centra en el receptor de adenosina 1 (A1), donde los fármacos agonistas han demostrado ser efectivos para aliviar el dolor. Sin embargo, su efecto sobre el A1 en el corazón puede provocar una disminución de la frecuencia cardíaca, lo que ha llevado a la investigación de moduladores alostéricos del receptor A1.

Los moduladores alostéricos se unen a un sitio diferente del receptor A1 y pueden ser positivos o negativos, dependiendo de si potencian o no la acción de la adenosina. Los moduladores alostéricos positivos, al trabajar en conjunto con la adenosina en el tejido dañado, pueden mejorar la analgesia sin los efectos adversos asociados a los agonistas directos.

Además, los agonistas sesgados han surgido como una opción interesante, ya que pueden activar selectivamente ciertas funciones del receptor A1, logrando alivio del dolor sin causar depresión cardiorrespiratoria. También se han identificado agonistas sesgados que actúan sobre el adrenoceptor α2A, proporcionando analgesia sin los efectos sedantes que limitan otros tratamientos.

Asimismo, se sugiere la combinación de opioides con otros compuestos analgésicos, como el cannabis medicinal, para reducir la dosis de opioides y mitigar sus efectos nocivos. Aunque el desarrollo de nuevos tratamientos analgésicos es un proceso largo, los avances en la investigación y la colaboración entre diferentes fármacos ofrecen esperanzas para mejorar la seguridad y eficacia de las opciones terapéuticas disponibles.

Biomateriales y sistemas de liberación de fármacos para el manejo del dolor

Según Sánchez (2023), el biomaterial se define como un material, ya sea natural o sintético, que ha sido modificado para interactuar con el organismo. Su principal función es servir como sustituto de tejidos, órganos o funciones del cuerpo humano. Estos materiales pueden estar en contacto con el organismo durante un periodo determinado, lo que resalta su aplicabilidad en diversas áreas de la medicina y la biotecnología. La versatilidad de los bioma-

teriales permite su uso en tratamientos médicos, prótesis y regeneración de tejidos, lo que los convierte en una herramienta esencial en la salud moderna.

Asimismo, la Universidad Europea (2024), explica que los biomateriales son materiales que pueden ser de origen natural, sintético o híbrido, diseñados para interactuar de manera segura y compatible con el cuerpo humano y el medio ambiente. Su singularidad los hace adecuados para diversas aplicaciones en áreas como la medicina, el medio ambiente y la ingeniería.

El desarrollo contemporáneo de biomateriales integra múltiples disciplinas, incluyendo la física, la química, la medicina, la biología, la ciencia de materiales y la ingeniería de tejidos. Actualmente, se emplean metales, plásticos, cerámicas, vidrios, así como células y tejidos vivos en la creación de estos materiales.

Los biomateriales tienen diversas aplicaciones y funciones en múltiples campos. En medicina regenerativa, se utilizan para crear moldes tridimensionales que facilitan la regeneración de tejidos, órganos y huesos en los seres humanos. En el ámbito de los implantes, los biomateriales son fundamentales en la fabricación de stents, injertos y prótesis, ya que contribuyen a reducir el riesgo de rechazo por parte del organismo.

Además, los biomateriales desempeñan un papel importante en el desarrollo de embalajes sostenibles, como bioplásticos y papel biodegradable, que ayudan a mitigar el impacto ambiental. Por último, en la fabricación de sensores biológicos, los biomateriales permiten la detección y el monitoreo de datos críticos, como los niveles de glucosa en sangre y la actividad cardíaca y cerebral.

Del mismo modo en, El XVI Congreso de la Sociedad Española del Dolor (SED) (2019), el Prof. Manuel Arruebo ha presentado una conferencia sobre la aplicación de la nanotecnología en el tratamiento del dolor, destacando su potencial en el desarrollo de nuevas formas de dispensar fármacos. La nanotecnología permite crear sistemas de liberación sostenida que prolongan la duración de los anestésicos locales, lo que reduce la necesidad de múltiples inyecciones.

Donde, se han observado resultados prometedores en el uso de anestésicos y esteroides combinados en un sistema liposomal, donde se aprovechan los efectos vasoconstrictores y se exploran combinaciones de opioides con anticuerpos para dirigir la analgesia a áreas específicas de inflamación.

Asimismo, el profesor enfatiza que es posible diseñar tratamientos farmacológicos que liberen analgésicos de manera no invasiva, utilizando estímulos externos para administrar la dosis necesaria en el momento y lugar requeridos. En su opinión, la nanotecnología representa una herramienta valiosa en la lucha contra el dolor, mejorando la eficacia de los medicamentos y minimizando sus efectos secundarios.

Por otro lado, encontramos que el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA) (2023), explica que el tratamiento del dolor musculo-esquelético enfrenta desafíos significativos debido a la corta duración de los efectos de los anestésicos convencionales y sus posibles efectos secundarios. Investigadores del CIBER-BBN, en colaboración con varias instituciones, han desarrollado nanogeles que contienen nanocristales de bupivacaína, un anestésico comúnmente utilizado. Este nuevo enfoque permite una liberación prolongada del fármaco, superando las limitaciones de los analgésicos más prescritos, que a menudo presentan efectos adversos como náuseas y dependencia.

Donde, los nanogeles están compuestos por un polímero biocompatible derivado del polietilenglicol (PEG) que exhibe propiedades termosensibles. Se inyectan a temperatura ambiente y, al alcanzar la temperatura corporal, cambian su estructura, lo que permite controlar la liberación del anestésico. Según los investigadores, esta nueva forma de administración ha demostrado duplicar la duración del bloqueo del nervio ciático en comparación con la misma dosis de bupivacaína libre.

También, la prolongación del efecto anestésico se debe a la inmovilización de los nanogeles en el sitio de inyección, lo que evita la rápida eliminación del fármaco y favorece su interacción con los tejidos. Además, los estudios han indicado que este sistema presenta baja toxicidad y no provoca respuestas inflamatorias, gracias a la liberación lenta del fármaco y a la alta biocompatibilidad del polímero utilizado.

De igual manera, la encapsulación de nanocristales de fármacos reduce la cantidad total necesaria para aliviar el dolor, disminuyendo la toxicidad. Investigadores buscan vehículos eficaces para prolongar el efecto anestésico y evitar efectos secundarios no deseados.

En este sentido, la técnica mencionada se centra en la comodidad y satisfacción del paciente, ya que permite lograr un efecto terapéutico prolongado con una única dosificación. Esto resalta la importancia de desarrollar anestésicos locales inyectables que sean efectivos y que ofrezcan una duración pro-

longada de acción. La implementación de tales anestésicos podría contribuir significativamente a mejorar la calidad de vida de los pacientes que padecen diversas enfermedades.

Según, WebMD (2022), los implantes quirúrgicos son una opción para el control del dolor cuando los tratamientos convencionales, como medicamentos y fisioterapia, no son efectivos. Existen dos tipos principales de implantes: la administración de medicamentos por vía intratecal y la estimulación de la médula espinal.

La administración intratecal implica el uso de bombas de infusión que administran analgésicos directamente en el espacio intratecal, lo que permite un control del dolor más efectivo con dosis menores y menos efectos secundarios en comparación con los medicamentos orales. Este método es especialmente útil para administrar sustancias como morfina o relajantes musculares.

Por otro lado, la estimulación de la médula espinal utiliza señales eléctricas de bajo nivel para bloquear las señales de dolor antes de que lleguen al cerebro. Este sistema es particularmente beneficioso para el dolor de espalda y de extremidades. Los dispositivos se implantan quirúrgicamente y el paciente puede controlar la intensidad de las señales mediante un control remoto. Existen unidades que se implantan completamente y otras que son parciales, siendo la primera la más común.

Ambos tipos de implantes ofrecen alternativas valiosas para el manejo del dolor crónico, mejorando la calidad de vida de los pacientes que no responden a tratamientos más convencionales.

Interacciones farmacológicas y efectos adversos inesperados

Tal como lo expresa Procomer (2020), las interacciones farmacológicas pueden conducir a cambios en la exposición sistémica, dando como resultado variaciones en la respuesta farmacológica de los medicamentos administrados conjuntamente. Además, la ingestión conjunta de suplementos dietéticos o cítricos o jugos de frutas también podría alterar la exposición sistémica de los medicamentos, lo que podría causar reacciones adversas o pérdida de eficacia. Por lo tanto, es importante evaluar las posibles interacciones de medicamentos antes de la aprobación del mercado, así como durante el período posterior a la comercialización.

Según Lynch (2022), las interacciones farmacológicas se definen como alteraciones en los efectos de un fármaco causadas por la administración simultánea o reciente de otros fármacos, alimentos o suplementos dietéticos.

Estas interacciones pueden clasificarse en dos categorías principales: farmacodinámicas y farmacocinéticas.

Asimismo, las interacciones farmacodinámicas ocurren cuando un fármaco altera la sensibilidad o la respuesta de los tejidos a otro fármaco. Esto puede suceder a través de efectos similares, como los agonistas, o efectos opuestos, como los antagonistas. Estos cambios generalmente se producen a nivel del receptor, aunque también pueden tener lugar en procesos intracelulares.

Por otro lado, las interacciones farmacocinéticas implican que un fármaco afecta la absorción, distribución, unión a proteínas, metabolismo o excreción de otro fármaco. Como resultado, se modifica la cantidad de fármaco disponible para unirse a los receptores y su duración de acción. Estas interacciones pueden preverse con base en el conocimiento de los fármacos involucrados y pueden ser monitoreadas a través de la medición de concentraciones o la observación de signos clínicos.

De igual manera, para Asefarma (2021), las interacciones farmacocinéticas se pueden clasificar en diferentes niveles, cada uno con implicaciones significativas en la eficacia y seguridad de los tratamientos. En el nivel de absorción, se destaca que la biodisponibilidad del ciprofloxacino se reduce cuando se administra junto a hidróxido de aluminio, debido a la formación de quelatos.

En cuanto a la distribución, la combinación de digoxina con ácido salicílico resulta en una mayor unión a proteínas plasmáticas, lo que provoca el desplazamiento de la digoxina y puede afectar su eficacia.

Respecto al metabolismo, se pueden observar dos tipos de interacciones: la inducción enzimática, como la que ocurre con la rifampicina que activa el metabolismo de los anticonceptivos orales, y la inhibición enzimática, donde el omeprazol interfiere con el citocromo CYP2C19, disminuyendo la efectividad del clopidogrel.

Donde, en el nivel de excreción, se menciona que medicamentos como la acetazolamida pueden alcalinizar la orina, lo que favorece la eliminación de fármacos como el ácido salicílico. Además, se debe considerar que los pacientes con deterioro en la función renal tienen un mayor riesgo de acumulación de fármacos con un estrecho margen terapéutico, como es el caso de la digoxina.

Incluso, las interacciones farmacodinámicas pueden resultar en efectos adversos, potenciación de la actividad farmacológica o efectos antagónicos. Un ejemplo de efectos adversos se observa al combinar gentamicina o tobramicina con cefalotina. En contraste, la combinación de trimetoprim y sulfametoxazol muestra una sinergia en su efecto antimicrobiano. Por otro lado, la administración de anticoagulantes junto con vitamina K disminuye el efecto anticoagulante, evidenciando una interacción antagónica.

Además, las interacciones entre medicamentos y alimentos son significativas. El consumo de alcohol puede inducir diferentes tipos de interacciones, por lo que se recomienda evitar su ingesta durante el tratamiento. El zumo de pomelo es otro ejemplo, ya que puede aumentar la biodisponibilidad de ciertos medicamentos al inhibir la isoenzima CYP3A4 del citocromo P450, lo que conlleva un riesgo de sobredosificación. Asimismo, el regaliz puede interferir con fármacos utilizados para la insuficiencia cardíaca congestiva y reducir la eficacia de los diuréticos y medicamentos para la presión arterial.

En sinopsis, es crucial considerar las diversas interacciones farmacológicas al dispensar medicamentos para garantizar la seguridad y eficacia del tratamiento.

A continuación, en otro orden de idea es relevante mencionar a Rodríguez (2019), donde expone que la farmacoterapia es fundamental para el mantenimiento de la salud, pero conlleva riesgos de efectos adversos que deben ser evaluados cuidadosamente en relación con sus beneficios. Las reacciones adversas a los medicamentos son una causa común de enfermedad, discapacidad e incluso muerte, y en algunos países, se encuentran entre las principales causas de mortalidad. Es importante destacar que la sensibilidad a ciertos medicamentos puede variar entre pacientes, lo que añade un nivel de complejidad a su uso.

Encontrando, factores fisiológicos, patológicos, ambientales y socioculturales que influyen en la aparición de efectos indeseables. Enfermedades como la insuficiencia renal, hepática y cardíaca, así como ciertos trastornos endocrinos, pueden modificar la respuesta del organismo a los fármacos. Las reacciones adversas a medicamentos (RAM) son un problema clínico significativo que a menudo pasa desapercibido en la práctica clínica, pero que puede ser crucial al investigar causas de mortalidad.

Donde, las tasas de hospitalización por problemas relacionados con medicamentos varían entre el 2,4% y el 15%, y se estima que alrededor de la mitad de estos ingresos podrían ser prevenibles. La reducción de estos inci-

dentes no solo mejoraría la seguridad del paciente, sino que también podría disminuir los costos en el sistema de salud.

Es relevante señalar, que el desafío radica en identificar y aplicar estrategias efectivas para mejorar la seguridad en el uso de medicamentos en la práctica clínica. Para lograrlo, es esencial realizar estudios que evalúen la efectividad de las intervenciones en este ámbito y sus resultados en la salud.

Encontramos que según Smith (2023), las reacciones adversas a los fármacos son consideradas una forma de toxicidad, aunque el término se asocia más comúnmente con sobredosis o efectos exacerbados durante el uso adecuado del medicamento. Es fundamental realizar un análisis de riesgo-beneficio al prescribir cualquier fármaco, evaluando la probabilidad de obtener beneficios frente al riesgo de reacciones adversas.

Asimismo, se ha observado que las reacciones adversas son más graves en adultos mayores, especialmente en aquellos mayores de 75 años, según datos de la Organización Mundial de la Salud. Sin embargo, la edad por sí sola no es necesariamente la causa principal de estas reacciones. Además, la relación entre errores de prescripción y el cumplimiento del tratamiento en la incidencia de reacciones adversas no está completamente clara.

En el mismo orden de ideas, es importante mencionar a la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (2024), donde expone que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define una reacción adversa a medicamentos (RAM) como cualquier efecto nocivo no intencionado que se presenta al utilizar dosis que son consideradas normales en humanos. Estas dosis pueden ser empleadas con fines de profilaxis, diagnóstico o tratamiento, así como para modificar funciones fisiológicas. Es fundamental reconocer que las RAM pueden ocurrir incluso en el uso adecuado de medicamentos, lo que resalta la importancia de la vigilancia y el manejo adecuado de los tratamientos médicos.

Los efectos adversos a medicamentos (RAM) pueden verse influenciados por diversos factores predisponentes relacionados tanto con las propiedades del fármaco como con características del paciente. La edad es un factor crucial, ya que tanto los ancianos como los niños son más susceptibles a sufrir RAM. En los ancianos, se observa un mayor riesgo con hipnóticos, diuréticos y antiinflamatorios, mientras que, en los niños, fármacos como el ácido valproico y el cloranfenicol presentan un riesgo elevado.

La presencia de enfermedades intercurrentes, como la insuficiencia renal o hepática, también puede aumentar la probabilidad de RAM, lo que requiere

una atención especial al momento de prescribir tratamientos. Además, las interacciones farmacológicas son un aspecto importante a considerar, ya que la combinación de diferentes medicamentos puede alterar sus efectos, generando toxicidad inesperada. Esto incluye no solo medicamentos recetados, sino también sustancias como el alcohol, la marihuana y ciertos alimentos, como el zumo de pomelo.

Asimismo, las características genéticas del paciente pueden predisponer a RAM específicas, como la porfiria o variaciones en los enzimas metabolizadores de fármacos, lo que resalta la importancia de un enfoque personalizado en la farmacoterapia.

La clasificación de las reacciones adversas a medicamentos se organiza en diferentes tipos según su mecanismo.

El tipo A, o farmacológicas, se relaciona con un aumento en la acción del fármaco a dosis terapéuticas habituales. Estas reacciones son las más comunes y suelen ser leves, con una dependencia de la dosis. Dentro de este grupo se encuentran los efectos colaterales, que son consecuencias no deseadas pero esperadas de la acción del medicamento, y los efectos secundarios, que son reacciones no intencionadas que pueden surgir, como la presión arterial baja con antihipertensivos.

El tipo B, o idiosincrática, incluye reacciones inesperadas que no se relacionan con la dosis y pueden causar daños graves. Este tipo abarca las reacciones alérgicas, que son respuestas del sistema inmune al fármaco, y las reacciones idiosincráticas, que son respuestas anormales debido a factores genéticos.

El tipo C se refiere a efectos a largo plazo, que resultan de mecanismos adaptativos, como la tolerancia. Un ejemplo es la discinesia tardía asociada a neurolépticos.

Por último, el tipo D incluye efectos de latencia larga, que pueden manifestarse meses o años después de interrumpir el tratamiento, como trastornos de la fertilidad y carcinogénesis. Esta clasificación permite entender mejor las diversas reacciones adversas y su impacto en la salud del paciente.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 7

Anestesia y sostenibilidad

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Anestesia y sostenibilidad

Introducción

La intersección entre la anestesia y la sostenibilidad se ha convertido en un tema de creciente interés en el ámbito de la salud. La búsqueda de prácticas anestésicas más respetuosas con el medio ambiente, el uso eficiente de recursos y la reducción de residuos se ha vuelto fundamental en la atención médica moderna. Explorar cómo la innovación en técnicas anestésicas puede contribuir a la sostenibilidad ambiental es crucial para garantizar un cuidado de calidad tanto para los pacientes como para el planeta.

Prácticas anestésicas respetuosas con el medio ambiente

En primer lugar, es relevante mencionar a la Federación Mundial de Sociedades de Anestesiólogos WFSA (2021), la declaración de consenso global sobre los principios de anestesiología con sostenibilidad ambiental destaca la urgencia de abordar el impacto del calentamiento global en la práctica médica. Actualmente, la temperatura promedio de la superficie terrestre ha aumentado 1.1 °C en comparación con los niveles preindustriales, y se advierte que superar un incremento de 1.5 °C para el año 2050 dificultará la adaptación a las consecuencias del cambio climático.

Un comité compuesto por 45 expertos en sostenibilidad ha desarrollado un proceso de consenso para establecer principios que guíen la anestesiología hacia prácticas más sostenibles. Se han acordado tres declaraciones clave: la seguridad del paciente no debe verse comprometida por la sostenibilidad, los países deben apoyarse mutuamente en la provisión de atención médica sostenible, y los sistemas de salud deben ser obligados a reducir su impacto ambiental.

Los proveedores de anestesia tienen la responsabilidad de minimizar el impacto ambiental de su práctica, utilizar medicamentos y equipos que sean ambientalmente preferibles, y eliminar el desperdicio de recursos. Además, se enfatiza la importancia de integrar la sostenibilidad en la educación formal y la investigación en anestesiología, así como fomentar la colaboración con la industria para mejorar la sostenibilidad.

El comité subraya que estos principios deben ser alcanzables a nivel global, con un enfoque en la utilización de recursos materiales y económicos mínimos. La declaración también proporciona referencias a fuentes adicionales de información sobre cada principio.

En segundo lugar, Henríquez (2022), la salud de las personas se ve comprometida por las condiciones ambientales adversas generadas por el cambio climático. La industria sanitaria, a pesar de su papel en la salud pública, contribuye significativamente a este problema, siendo responsable del 9,8% de las emisiones de gases de efecto invernadero en Estados Unidos en 2013 y del 6,3% de la huella de carbono en Inglaterra en 2017.

Un aspecto crítico de estas emisiones proviene de la práctica clínica de la anestesia, donde los gases anestésicos tienen un potencial de calentamiento global que puede ser hasta 3.714 veces mayor que el del dióxido de carbono a lo largo de su ciclo de vida, que abarca desde su producción hasta su eliminación. La salud de las personas se ve comprometida por las condiciones ambientales adversas generadas por el cambio climático.

La industria sanitaria, a pesar de su importancia para la salud pública, contribuye significativamente al cambio climático. La anestesia es una práctica clínica clave que emite gases con un potencial de calentamiento global mucho mayor que el dióxido de carbono. Es fundamental abordar la sostenibilidad en el sector sanitario para reducir su impacto ambiental.

En el mismo orden de ideas, es relevante mencionar que dentro de las medidas relevantes para mitigar las emisiones de anestésicos se centran en la educación del personal. Es fundamental que el personal médico comprenda el impacto que tienen diferentes fármacos en la huella de carbono. Además, se debe promover el uso óptimo de las máquinas anestésicas para reducir las emisiones. Estas acciones son esenciales para mejorar la sostenibilidad en el ámbito de la anestesia Tabla 7.

Tabla 7.

Recomendaciones para disminuir la huella de carbono en pabellón.

Agentes anestésicos	Anestesia de bajo flujo Considerar anestesia intravenosa siempre que sea posible Disminuir o evitar el uso de N2O y desfluorano
Dispositivos médicos	Apagar máquinas y monitores de anestesia cuando no se usen Utilizar zapatos y gorros individuales, lavables y exclusivos para pabellón Considerar elementos reusables en pabellón (laringoscopios, herramientas quirúrgicas, máscaras laríngeas, etc.) Mínimo número de jeringas posible por paciente No calentar los fluidos de los pacientes, ni aportar calor al paciente si no es estrictamente necesario Considerar la frecuencia con que los circuitos anestésicos necesitan lavado
Iniciativas de sustentabilidad	Promover el reciclaje en pabellón Alentar prácticas sustentables
Reducir	Formar un comité o equipo multidisciplinario encargado del medioambiente en pabellón Explorar las posibilidades de disminuir el desperdicio (reducir empaques, utilizar menos plástico, etc.)
Reusar	Considerar reutilizar dispositivos pertinentes tras limpieza y esterilización
Reciclar	Averiguar acerca de recicladores o plantas de reciclaje locales
Investigar	Averiguar con los fabricantes de los equipos el ciclo de vida de sus productos (fármacos y dispositivos mecánicos o eléctricos)

Nota. Adaptado de *Huella de carbono, sustentabilidad y anestesia. Estamos empezando a aprender* de Henríquez (2022), https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv5115031730/

Reducción del consumo de recursos y generación de residuos

Desde el punto de vista de Herr (2023), en anestesiología, el uso de dispositivos desechables ha aumentado significativamente en las últimas dos décadas, incluyendo laringoscopios, tensiómetros y oxímetros, que se desechan tras un solo uso. En 2019, el mercado de estos dispositivos en EE. UU. alcanzó los $66,900 millones y sigue creciendo a un ritmo del 16.7% anual. Los fabricantes destacan su facilidad y seguridad, mientras que los defensores argumentan que ayudan a controlar infecciones.

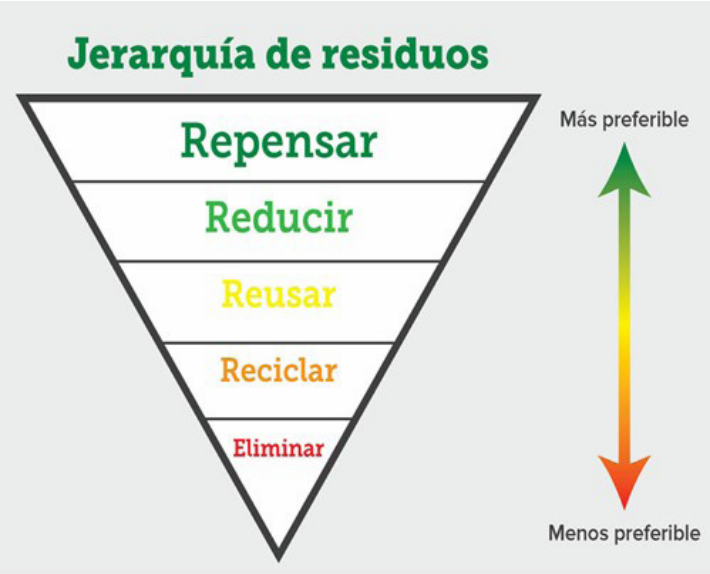
Sin embargo, la pandemia ha revelado los riesgos de depender excesivamente de estos productos, ya que muchos sistemas de salud mantienen bajos niveles de suministros, lo que puede llevar a escasez y a la necesidad de usar alternativas menos seguras. Esta situación plantea la necesidad de reevaluar el uso de dispositivos desechables y considerar su impacto ambiental, impulsando a los sistemas de salud a reducir residuos y emisiones asociadas con las prácticas quirúrgicas.

La creación de prácticas de anestesia sostenibles y rentables requiere una comprensión profunda de los costos de los productos y el uso de recursos. Los conceptos de costo del ciclo de vida y evaluaciones del ciclo de vida son esenciales para que los responsables de las prácticas tomen decisiones informadas sobre compras, considerando el número de usos de un producto, sus gastos energéticos, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y costos económicos a lo largo de su vida útil.

Además, es crucial que las organizaciones de atención médica gestionen los residuos en relación con su impacto ambiental, la seguridad del paciente y la relación costo-beneficio. La jerarquía de residuos puede ayudar en la evaluación de adquisiciones, sugiriendo que un oxímetro reutilizado y desinfectado tiene un menor impacto ambiental y es más económico que uno reciclado o desechable. Una gestión adecuada de residuos no solo mejora la salud comunitaria al reducir la toxicidad del vertido y la incineración, sino que también beneficia al planeta al disminuir el uso de combustibles fósiles y las emisiones de CO2 asociadas con la producción y eliminación de dispositivos desechables Figura 15.

Figura 15.

Jerarquía de residuos.



Nota. El orden de acciones recomendado para gestionar los residuos, priorizando desde el punto de vista ambiental, es: reducir, reutilizar, reciclar, compostar y finalmente desechar de forma segura. Estos pasos tienen como objetivos ahorrar recursos y energía, disminuir la generación de residuos tóxicos, y reducir costos tanto para el sistema de atención médica como para los pacientes. Adaptado de *Anestesia sostenible: limitar el residuo, maximizar la resistencia* de Herr (2023),https://www.apsf.org/es/article/anestesia-sostenible-limitar-el-residuo-maximizar-la-resistencia/

De igual manera es relevante mencionar los artículos de anestesia de un solo uso y reusable que se utilizan comúnmente:

Mangos y espátulas del laringoscopio. los análisis del ciclo de vida de los mangos y espátulas del laringoscopio indican que los equipos reutilizables ofrecen un ahorro significativo tanto ambiental como económico, sin comprometer la seguridad del paciente si se limpian adecuadamente. Según la Clasificación de Spaulding, los mangos tienen un riesgo de infección bajo o moderado y requieren desinfección de bajo o alto nivel. Los mangos desechables generan 20 a 27 veces más emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que los reutilizables, dependiendo del método de limpieza.

No hay evidencia que demuestre que los laringoscopios desechables sean más seguros que los reutilizables bien desinfectados. Aunque ha habido casos de infecciones asociadas a laringoscopios, estos se debieron a una limpieza inadecuada. Estudios han mostrado que los mangos limpiados correctamente no presentan colonias bacterianas patógenas significativas.

Desde el punto de vista económico, un mango reutilizable solo necesita usarse 4-5 veces para ser más rentable que uno desechable, y las espátulas reutilizables requieren de 5-7 usos para lograr un costo-beneficio. En general, su uso en la práctica clínica representa un ahorro considerable para los sistemas de salud, a pesar de los costos iniciales más altos.

Los tensiómetros reutilizables tienen un impacto ambiental significativamente menor que los desechables, generando aproximadamente 40 veces menos emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de su vida útil. Además, son más económicos en comparación con los desechables en entornos ambulatorios y de procedimientos. En términos de seguridad del paciente, no hay evidencia que sugiera que los tensiómetros reutilizables aumenten el riesgo de infecciones, aunque una desinfección inadecuada puede llevar a la contaminación bacteriana.

Del mismo modo, los tensiómetros desechables pueden contaminarse si no se desinfectan adecuadamente. Esto resalta la necesidad de establecer protocolos claros para la limpieza y el lavado de manos. Según la Clasificación de Spaulding, estos dispositivos no críticos requieren desinfección de bajo nivel entre pacientes.

Las batas quirúrgicas y de aislamiento reutilizables ofrecen importantes beneficios para la seguridad del paciente, especialmente durante crisis como la pandemia de SARS-CoV-2, al ser menos vulnerables a la escasez de suministros. Las instituciones que utilizaron batas reutilizables tuvieron una ventaja significativa frente a las que usaron desechables, que incluso recurrieron a bolsas de basura como alternativa.

Además, las batas reutilizables tienen una huella ambiental mucho menor: su uso reduce el consumo de energía en un 64%, las emisiones de gases de efecto invernadero en un 66%, el consumo de agua azul en un 83% y la generación de residuos sólidos en un 84%. Por su parte, las batas de aislamiento reutilizables también muestran beneficios ambientales, con reducciones del 28% en el consumo de energía, del 30% en emisiones de GHG, del 41% en consumo de agua azul y del 93% en residuos sólidos.

De igual manera, en la última década, las directrices sobre el uso de cubrecabezas en quirófano han evolucionado, favoreciendo el uso de gorros limpios en lugar de desechables. Las recomendaciones actuales indican que los gorros reutilizables ofrecen una protección contra infecciones que es al menos equivalente, si no superior, a la de los desechables. Además, el uso de gorros reutilizables presenta una ventaja significativa en términos de sostenibilidad, ya que reduce la huella medioambiental. Esto sugiere que la adopción de gorros reutilizables no solo es beneficiosa para la seguridad del paciente, sino también para el medio ambiente.

Asimismo, el uso de oxímetros de pulso desechables es común en las prácticas de anestesia, aunque la evidencia sobre la seguridad y precisión entre oxímetros reutilizables y desechables es limitada. No se han encontrado diferencias significativas en el perfil de seguridad ni en el riesgo de infección entre ambos tipos, siempre que los oxímetros reutilizables sean limpiados adecuadamente. La disponibilidad de oxímetros reutilizables podría aumentar la seguridad en países con recursos limitados.

Además, el uso de oxímetros reutilizables contribuye a la reducción de residuos y al uso eficiente de recursos, lo que puede tener un impacto positivo en la salud comunitaria y en el medio ambiente.

También, Quispe (2022), el cambio climático se reconoce como un grave problema de salud global, y los sistemas sanitarios contribuyen a la contaminación ambiental. Es esencial implementar estrategias para reducir el impacto ecológico de la práctica clínica, con experiencias positivas documentadas en relación a las 5 R (reducir, reutilizar, reciclar, recuperar y rechazar). Sin embargo, la mayoría de la evidencia se centra en los pabellones quirúrgicos, que generan entre el 20% y 30% de los desechos hospitalarios, y proviene principalmente de continentes fuera de América, lo que limita la comprensión de la situación en el contexto nacional y sudamericano.

El personal muestra interés en mejorar la gestión de residuos, pero enfrenta barreras como la falta de liderazgo, percepción de riesgos, escasa información y resistencia al cambio. Es crucial formar equipos de trabajo que incluyan a todos los niveles del hospital, promoviendo una responsabilidad compartida.

Donde, para superar la resistencia al cambio, es fundamental proporcionar educación continua sobre manejo de residuos. No obstante, el personal hospitalario ya enfrenta una carga laboral elevada debido al aumento de pacientes y enfermedades crónicas, lo que limita el tiempo y recursos disponibles para iniciativas ecológicas y la adecuada segregación de residuos.

Promoción de la anestesia regional y el manejo multimodal del dolor

Según, Uvirtual (2024), la anestesia regional ha evolucionado significativamente gracias a la integración de la ecografía, lo que ha permitido una mayor precisión y seguridad en la administración de bloqueos nerviosos periféricos. Este enfoque, conocido como Anestesia Regional Guiada por Ecografía, ha transformado la práctica anestésica al proporcionar visualización en tiempo real de las estructuras nerviosas, superando las limitaciones de las técnicas tradicionales que dependían de referencias anatómicas.

El uso de ecografía no solo mejora la localización de los nervios, sino que también permite verificar la adecuada dispersión del anestésico local, lo que reduce las complicaciones y aumenta la eficacia del procedimiento. Sin embargo, la implementación de esta técnica enfrenta desafíos, como el costo de los equipos, la necesidad de mantener la esterilidad y la curva de aprendizaje asociada. La habilidad del profesional y la calidad del ecógrafo son factores determinantes en los resultados obtenidos.

La tendencia actual en anestesia regional se orienta hacia la realización de bloqueos periféricos siempre que sea posible, aprovechando la alta resolución de la ecografía para optimizar los resultados. En conclusión, la anestesia regional guiada por ecografía no solo mejora la seguridad y precisión, sino que también amplía las aplicaciones en diversas áreas médicas, redefiniendo los estándares en la administración de anestesia y beneficiando tanto a los profesionales de la salud como a los pacientes.

Como señala Nysora (2024), la seguridad del paciente es fundamental en la atención anestésica, según la Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos. Este principio se extiende a los procedimientos de anestesia regional. Las innovaciones tecnológicas emergentes juegan un papel crucial en el apoyo a la seguridad del paciente y en la mejora de los resultados clínicos.

El uso de la anestesia regional (AR) ha aumentado debido a sus beneficios, como la reducción de la estancia hospitalaria y las náuseas. Las recomendaciones de 2020 sobre su uso en pacientes sospechosos de COVID-19 sugieren que esta tendencia continuará. Sin embargo, la AR conlleva riesgos, como la posibilidad de lesión nerviosa durante los bloqueos de nervios periféricos (PNB), que pueden ser causadas por factores mecánicos, químicos y vasculares. Un factor que incrementa el riesgo de daño a los nervios periféricos es la inyección a alta presión, que provoca altas presiones intraneurales sostenidas.

Las innovaciones en anestesia regional están enfocadas en mejorar la seguridad del paciente y reducir riesgos. Un avance significativo son los sistemas que se han diseñado específicamente para facilitar inyecciones más seguras. Este sistema cuenta con un mecanismo de seguridad que restringe automáticamente la presión de inyección a menos de 20 psi, deteniendo la inyección cuando se alcanza este límite. Esta característica es crucial, ya que ayuda a disminuir el riesgo de lesiones nerviosas durante el procedimiento.

Estos sistemas permiten que un solo médico realice el bloqueo regional, eliminando errores de comunicación y la subjetividad en la evaluación de la presión de inyección. Su uso junto con la anestesia regional guiada por ultrasonido (UGRA) mejora la visibilidad y colocación de la aguja, aumentando la seguridad del paciente al permitir inyecciones a presiones más seguras, lo que reduce el riesgo de lesión nerviosa.

Como indica, Salusplay (2024), la anestesia regional se ha consolidado como la opción preferida para muchas cirugías en la actualidad, destacándose por sus beneficios significativos para los pacientes. Este tipo de anestesia permite evitar la intubación endotraqueal, lo que reduce el riesgo de complicaciones asociadas a la anestesia general.

Existen diversas técnicas de anestesia regional que se aplican según el área a tratar y la duración necesaria de la anestesia. Entre estas técnicas se incluyen los bloqueos neuroaxiales, los bloqueos de nervios periféricos y el bloqueo regional endovenoso, cada uno con sus propias indicaciones y ventajas.

Asimismo, la anestesia regional no solo mejora la seguridad del paciente, sino que también ofrece una variedad de opciones que se adaptan a las necesidades específicas de cada procedimiento quirúrgico.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 8

Ética y aspectos legales en la anestesia

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Ética y aspectos legales en la anestesia

Introducción

La práctica de la anestesia es fundamental para el manejo del dolor y la realización segura de procedimientos médicos. En este contexto, tanto la ética como los aspectos legales desempeñan un papel crucial en la toma de decisiones y la prestación de cuidados adecuados a los pacientes. Es importante considerar los principios éticos de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia al administrar anestesia, así como cumplir con las normativas legales que rigen esta área de la medicina para garantizar una atención segura y de calidad.

Consentimiento informado y autonomía del paciente

En primer lugar, es relevante mencionar a la Fundacion Pablo VI (2022), desde mediados del siglo XX, la autonomía del paciente ha cobrado una importancia fundamental en el ámbito sanitario, destacándose como la capacidad de los individuos para tomar decisiones informadas sobre su salud. Este cambio de paradigma ha sido influenciado por la percepción de los médicos como proveedores de salud y los pacientes como consumidores, pero el factor más significativo ha sido la implementación del consentimiento informado (CI), que refuerza la autonomía del enfermo.

El desarrollo del CI se sitúa en un contexto de protección de los derechos civiles, con hitos importantes como el Código de Núremberg, la Declaración de derechos del paciente de la Asociación Americana de Hospitales y la Convención sobre los Derechos Humanos y la Biomedicina del Consejo de Europa. Este proceso ha permitido una transición de un modelo paternalista a uno que respeta y potencia la autonomía del paciente.

El CI debe ser entendido como un proceso de comunicación entre el profesional de la salud y el paciente, que culmina en la aceptación o rechazo de un tratamiento tras una adecuada información sobre riesgos, beneficios y alternativas. Es crucial destacar que el CI no se limita a un documento, sino que es un proceso que se fundamenta en los derechos humanos, especialmente en el derecho a la libertad de decisión sobre la propia salud.

Este reconocimiento de la capacidad de decisión del paciente se basa en la presunción legal de que cada persona tiene el derecho de aceptar o rechazar intervenciones sanitarias, guiándose por sus propios valores y objetivos. Sin embargo, en contextos médicos complejos, como ensayos clínicos o decisiones sobre tratamientos invasivos, la toma de decisiones se vuelve

más complicada, lo que requiere un enfoque cuidadoso y ético en la práctica médica.

De igual manera para Cardozo (2024), el consentimiento informado (CI) es un documento legal fundamental en la práctica clínica y en la investigación, basado en principios morales y éticos. Este proceso implica que el paciente o sujeto de investigación acepte libremente participar, habiendo recibido información adecuada sobre los procedimientos a los que será sometido.

Es esencial que cada participante conozca las características, objetivos y el contexto de la investigación, así como cualquier información relevante sobre su condición individual o el entorno de la misma. Además, se debe informar sobre los riesgos y consecuencias, tanto positivos como negativos, que puedan surgir de la investigación.

El investigador tiene la responsabilidad de proporcionar esta información de manera clara y completa, sin omitir aspectos importantes del proceso. En el ámbito clínico-quirúrgico, esta dinámica se refleja en la relación entre médico y paciente, donde la comunicación, la claridad, el conocimiento y la empatía son elementos clave, alineándose con los principios éticos.

El documento actúa como evidencia de que el médico o profesional de la salud ha proporcionado información al paciente. Este proceso incluye la confirmación de que el paciente ha recibido y comprendido la información. Además, el consentimiento del paciente asegura que está de acuerdo con la propuesta presentada. En resumen, el consentimiento es fundamental para validar que la comunicación entre el profesional de la salud y el paciente se ha llevado a cabo de manera adecuada.

La obtención del consentimiento informado (CI) es un proceso legal que implica la participación activa del paciente en un protocolo de investigación. Este proceso no solo protege al investigador y su equipo, sino que, fundamentalmente, reconoce la dignidad del participante. Es un reflejo del respeto hacia la libertad del individuo y la atención necesaria hacia su vida y salud.

El CI se presenta como un documento que no solo formaliza la autorización del participante, sino que también respalda la calidad científica y ética del investigador. Este enfoque subraya la importancia de la ética en la investigación, asegurando que los derechos y el bienestar de los sujetos sean prioritarios.

En el mismo orden de ideas, el consentimiento informado es fundamental para garantizar el cumplimiento del principio de autonomía en la práctica mé-

dica. Se deben considerar elementos clave como la información clara, veraz y adaptada al paciente, la responsabilidad del médico tratante en explicar condiciones de salud y procedimientos, y el papel del paciente en recibir y comprender la información.

Donde, en casos especiales, como cuando el paciente no puede dar su consentimiento, se debe informar a sus familiares o representantes legales de manera adecuada. Es crucial respetar el derecho al conocimiento y la toma de decisiones de cada individuo, adaptando la información según sus necesidades y capacidades.

En situaciones donde un paciente se niega a recibir información sobre su patología y estado de salud, se respeta su decisión y se documenta en su historia clínica. Esta renuncia, sin embargo, está sujeta a consideraciones relacionadas con el interés en la salud del paciente, de terceros y las necesidades terapéuticas. Es importante destacar que, a pesar de la negativa a recibir información, el paciente sigue siendo responsable de otorgar su consentimiento para cualquier procedimiento quirúrgico o intervencionista que se le proponga.

Igualmente, el consentimiento informado es un requisito fundamental no solo en estudios experimentales, como los que involucran medicamentos, sino también en investigaciones observacionales y en aquellas que utilizan muestras biológicas de pacientes. Es crucial definir claramente el diseño del estudio, especificando si los participantes son enfermos o sanos, así como su edad y cualquier limitación que puedan tener, ya que estas características son esenciales para identificar a las “poblaciones vulnerables”.

Además, es importante aclarar si la investigación tiene el potencial de contribuir a la recuperación de la salud del sujeto. A diferencia del consentimiento informado en la práctica médica, que puede ser verbal o escrito y variar en precisión, en la investigación clínica se requiere que el consentimiento sea un proceso escrito y preciso, dado el carácter riguroso de la actividad investigativa.

Por lo tanto, el consentimiento informado (CI) es un documento esencial en la práctica clínica que asegura la autonomía del paciente, confirmando que este comprende la información, las alternativas y los riesgos asociados al tratamiento o procedimiento que va a recibir. Además, en el ámbito de la investigación, el CI protege la dignidad del sujeto, garantizando su libertad y el cuidado de su salud, lo que respalda la calidad ética y científica del estudio.

El CI no solo es un requisito legal, sino que también representa un compromiso con el respeto hacia el paciente y el sujeto de investigación. Facilita el acceso a conocimientos que pueden ser tanto positivos como negativos, contribuyendo a la posible recuperación de la salud y proporcionando respuestas científicas a diversas hipótesis en estudios de investigación. Su importancia radica en que debe ser un símbolo de respeto universal que perdure en el tiempo.

Asimismo, para Zaera (2021), el consentimiento informado en anestesia presenta varias particularidades que son cruciales para garantizar la seguridad y la confianza del paciente. En primer lugar, el tiempo es un factor determinante. A menudo, los consentimientos se firman en el antequirófano, lo que puede no permitir al paciente procesar adecuadamente la información proporcionada. Aunque la ley no establece un tiempo mínimo específico entre la entrega de información y la realización del procedimiento, se recomienda un intervalo de al menos 24 horas para facilitar una decisión informada.

La falta de continuidad en la atención médica puede afectar la relación de confianza entre el paciente y el anestesiólogo. Es común que el anestesiólogo que realiza la consulta preanestésica no sea el mismo que atiende al paciente en el quirófano, lo que puede dificultar la comunicación y la confianza necesarias para un consentimiento informado efectivo.

Además, se ha observado que la firma del consentimiento para la cirugía puede influir en la predisposición del paciente a firmar el consentimiento para la anestesia. Por lo tanto, es fundamental que los anestesiólogos se aseguren de que los pacientes comprendan que tienen el derecho de aceptar o rechazar diferentes alternativas de anestesia, promoviendo así una toma de decisiones más consciente y empoderada.

A manea de conclusión, el consentimiento informado es un aspecto legal que está en continua evolución, lo que requiere que los profesionales de la salud, especialmente en anestesia y otras especialidades, realicen revisiones periódicas sobre este tema. Es fundamental mantenerse actualizado respecto a los cambios normativos y éticos que pueden surgir. A lo largo de la carrera profesional, se presentarán dilemas morales y legales que demandarán una preparación adecuada y una confianza en las decisiones que se tomen. La formación continua en este ámbito es esencial para garantizar la práctica ética y legal en la atención al paciente.

Responsabilidad profesional y gestión de riesgos

Según, Vera (2022), la responsabilidad médica se define como la obligación de los profesionales de la salud de rendir cuentas ante la sociedad por sus actos en la práctica profesional. Esta responsabilidad surge cuando los resultados de dichos actos son contrarios a sus deberes, lo que puede incluir el incumplimiento de los cuidados adecuados en la atención al paciente. Las consecuencias de estos actos pueden ser graves, incluyendo daños a la salud, lesiones o incluso la muerte de los pacientes.

Desde una perspectiva médico-legal, la responsabilidad médica implica que los médicos deben reparar o satisfacer las consecuencias de sus actos, omisiones y errores, dentro de ciertos límites. El esquema que describe este enfoque incluye varios elementos: el actor, que es el médico debidamente habilitado; el acto, que puede ser cualquier intervención médica o quirúrgica; el elemento objetivo, que se refiere al daño causado en el cuerpo o la salud del paciente; el elemento subjetivo, que abarca la culpa derivada de impericia, imprudencia o negligencia; y la relación de causalidad, que debe ser directa entre el acto médico y el daño ocasionado, sin interferencias externas.

El ejercicio profesional médico se fundamenta en tres factores esenciales. En primer lugar, el factor humano, que se refiere a la relación médico-paciente. Esta relación se basa en la confianza mutua, la cual se fortalece a través de una comunicación clara y detallada sobre los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, tal como se establece en los códigos deontológicos.

En segundo lugar, el factor científico es crucial. La actualización constante de conocimientos mediante la lectura de artículos y estudios basados en evidencias, así como la participación en cursos y talleres, son prácticas que permiten a los médicos mejorar sus recursos técnicos y ofrecer una atención de calidad a sus pacientes. Este aspecto también está respaldado por la legislación vigente.

Por último, el factor jurídico abarca las disposiciones sanitarias y normas legales que regulan la conducta y el ejercicio profesional de los médicos. Este marco legal es fundamental para garantizar que la práctica médica se realice dentro de un contexto normativo adecuado, protegiendo tanto a los profesionales como a los pacientes.

Las obligaciones del médico se pueden clasificar en tres categorías principales. En primer lugar, la obligación de resultados se refiere a que el médico no está obligado a garantizar la recuperación total de la salud del paciente, sino que debe emplear sus conocimientos y habilidades para intentar res-

tablecerla. Sin embargo, existen excepciones en las que se considera una obligación de resultados, como en los servicios auxiliares de diagnóstico, insumos de salud y cirugías estéticas.

Donde, la obligación de medios implica que el médico debe utilizar todos los recursos disponibles, incluyendo su formación y la infraestructura hospitalaria, para proporcionar el mejor beneficio posible al paciente. Esta obligación se centra en el esfuerzo y la dedicación del profesional de la salud en el proceso de atención.

Por último, la obligación de seguridad se deriva de la obligación de medios y se enfoca en garantizar que el paciente no sufra daños debido a la calidad de los instrumentos y las instalaciones utilizadas en su atención médica.

Los principios del acto médico son: la Beneficencia o búsqueda del bien del paciente; la No maleficencia (primum non nocere), obligación de no producir daño, prevenir el daño, eliminar lo que está haciendo daño y promover lo que hace bien al paciente; la Autonomía que es el respeto por las decisiones del paciente informado; tiene derecho a decidir sobre sí mismo, de acuerdo a su personal proyecto de vida y código de valores; la Justicia es que todas las personas deben ser tratadas por igual; nadie debe ser discriminado por su raza, sexo, edad, ideas, creencias o posición social.

Gestión de riesgos

Tal como señala, Conexia (2024), el riesgo en salud se define como la probabilidad de que se produzca un evento adverso que afecte la salud de individuos o poblaciones. La evaluación y gestión de estos riesgos son esenciales para la prevención y tratamiento de enfermedades, así como para abordar lesiones y otros problemas de salud. Es importante destacar que el enfoque para gestionar el riesgo variará según el contexto y la naturaleza del riesgo específico.

La gestión del riesgo en salud se presenta como un proceso sistemático que implica la identificación, evaluación, control y minimización de eventos adversos relacionados con la atención médica y los sistemas de salud. Su principal objetivo es mejorar la calidad de los servicios médicos y asegurar la seguridad tanto de los pacientes como del personal de salud.

Este proceso integral requiere la colaboración de todos los actores del ecosistema sanitario, incluyendo proveedores de salud, administradores, aseguradoras, médicos y pacientes. En este contexto, se destacan tres conceptos clave en la gestión de riesgos en salud: prevención, anticipación y reac-

ción. Estos elementos son fundamentales para establecer un enfoque efectivo en la mitigación de riesgos y la mejora continua de la atención sanitaria.

En el mismo orden ideas, es relevante mencionar a Medicover Hospitals (2024), la anestesia es esencial en los procedimientos médicos contemporáneos, ya que permite realizar intervenciones quirúrgicas y tratamientos complejos con un mínimo de dolor y malestar para los pacientes. Sin embargo, su uso implica riesgos que deben ser cuidadosamente gestionados para asegurar la seguridad del paciente.

Existen diferentes tipos de anestesia, cada uno con características específicas. La anestesia general provoca inconsciencia y se utiliza en cirugías mayores. La anestesia regional bloquea la sensibilidad en áreas específicas del cuerpo, como en los casos de anestesia raquídea o epidural. La anestesia local se aplica a zonas pequeñas y se utiliza en procedimientos menores. Por último, la sedación ofrece relajación y alivio del dolor, siendo común en procedimientos diagnósticos o terapéuticos. La elección del tipo de anestesia depende del procedimiento a realizar, la salud del paciente y otros factores relevantes.

La gestión de riesgos en anestesia es crucial e implica la identificación, evaluación y mitigación de peligros asociados. Este proceso comienza con una evaluación preoperatoria exhaustiva que incluye la revisión del historial médico del paciente, un examen físico completo y la realización de pruebas de laboratorio necesarias. La estratificación del riesgo permite clasificar a los pacientes en diferentes categorías según su estado de salud y la complejidad del procedimiento, lo que contribuye a una mejor planificación y seguridad en la administración de anestesia.

La implementación de medidas de seguridad durante la anestesia es crucial para minimizar el riesgo de complicaciones y asegurar resultados favorables. La preparación preoperatoria es un paso fundamental que incluye la educación del paciente sobre el proceso anestésico, los riesgos asociados y las instrucciones para el cuidado postoperatorio. Además, se deben establecer pautas de ayuno para reducir el riesgo de aspiración y revisar la medicación del paciente para evitar interacciones con los anestésicos.

Durante la anestesia, el monitoreo intraoperatorio es esencial para detectar problemas de manera oportuna. Este monitoreo incluye la electrocardiografía para observar la frecuencia y ritmo cardíaco, la oximetría de pulso para medir la saturación de oxígeno, el seguimiento continuo de la presión arterial, la capnografía para evaluar la ventilación y el control de la temperatura corporal del paciente.

Donde, el cuidado postoperatorio es vital para identificar y manejar cualquier complicación que pueda surgir. Esto implica la observación del paciente en la sala de recuperación hasta que recupere la conciencia y estabilice sus signos vitales, así como el manejo adecuado del dolor y la realización de evaluaciones de seguimiento para detectar complicaciones tardías o efectos secundarios.

Los protocolos de seguridad de la anestesia son fundamentales para garantizar la seguridad del paciente y estandarizar las prácticas anestésicas. Estos protocolos abarcan varios aspectos críticos de la atención anestésica, comenzando con las listas de verificación preoperatorias. Estas listas aseguran que se realicen todos los preparativos necesarios antes de la administración de la anestesia, incluyendo la identificación del paciente, la verificación del consentimiento informado, la comprobación del equipo y la revisión de los medicamentos anestésicos.

Además, se establecen procedimientos estandarizados que ofrecen directrices claras para la administración de la anestesia y la gestión de complicaciones. Estos procedimientos incluyen protocolos de inducción y mantenimiento de la anestesia, así como planes de emergencia para situaciones críticas, como reacciones alérgicas o paro cardíaco.

Por último, la mejora continua de la calidad es un componente esencial que busca evaluar y optimizar las prácticas anestésicas. Esto se logra a través de la recopilación de datos sobre las prácticas y resultados, el establecimiento de métricas de rendimiento, la implementación de mecanismos de retroalimentación para los proveedores de anestesia y la oferta de capacitación y educación continua para mantener a los profesionales actualizados en técnicas y medidas de seguridad.

A pesar de los avances en la seguridad de la anestesia, persisten varios desafíos significativos. En primer lugar, la variabilidad del paciente representa un obstáculo importante, ya que las diferencias en el estado de salud y las respuestas individuales a la anestesia complican la gestión de riesgos. Además, los procedimientos complejos, como las cirugías de alto riesgo, requieren una planificación y coordinación meticulosas para asegurar una gestión eficaz de los riesgos asociados.

Otro desafío es la limitación de recursos, que incluye tanto el personal como el equipo disponible, lo que puede impactar negativamente en la calidad de la atención anestésica. Por último, las brechas de comunicación entre el equipo quirúrgico, los proveedores de anestesia y los pacientes son críti-

cas, ya que una comunicación efectiva es esencial para la gestión de riesgos, aunque a menudo se presenta como un desafío. Estos factores subrayan la necesidad de seguir mejorando en la seguridad y eficacia de la anestesia.

Aspectos legales de la práctica anestésica

La práctica de la anestesiología está rodeada de una serie de aspectos legales que los profesionales deben conocer a fondo para garantizar una práctica segura y ética, protegiéndose a sí mismos y a sus pacientes. Estos aspectos abarcan desde el consentimiento informado hasta la responsabilidad civil y penal.

De igual manera implica una serie de responsabilidades legales que van más allá de los conocimientos técnicos. El cumplimiento de las normas legales y éticas, así como una práctica basada en la evidencia, son fundamentales para garantizar la seguridad del paciente y proteger al profesional.

Es importante mencionar a Carrera (2021), donde concluye en su trabajo de investigación que el daño es un elemento fundamental en la responsabilidad civil, donde la culpa y el nexo causal generan la obligación de reparar adecuadamente el perjuicio causado. La inobservancia de disposiciones jurídicas que resulta en lesiones a los intereses de una persona puede dar lugar a la responsabilidad civil, tal como se establece en el artículo 2214 del Código Civil ecuatoriano.

Se enfatiza la necesidad de restaurar a la persona afectada a su situación original antes del daño. En el ámbito de la salud, esta responsabilidad puede ser tanto contractual como extracontractual, manifestándose a través de la mala práctica médica o la inadecuada aplicación de la Lex artis.

El diligenciamiento correcto de la historia clínica es crucial, ya que debe incluir información detallada y precisa sobre el paciente, su evolución, los tratamientos administrados y el consentimiento informado. Las omisiones en este documento, así como la negativa a proporcionarlo al paciente o a las autoridades competentes, pueden resultar en la exigencia de responsabilidad médica en Ecuador.

Además, un adecuado manejo de la historia clínica y su accesibilidad son esenciales para proteger los derechos jurídicos del paciente. Esto incluye la salvaguarda del derecho constitucional a la salud y el respeto a otros derechos del paciente establecidos en la normativa vigente.

De igual manera es relevante mencionar a Buenaño (2023), donde se explica que la historia clínica y la responsabilidad médica son elementos interrelacionados en el ámbito legal y ético de la medicina. El informe médico es crucial para la continuidad del tratamiento, la toma de decisiones y como evidencia en litigios. La responsabilidad médica implica la obligación de los profesionales de la salud de proporcionar atención competente y cumplir con estándares aceptables.

Desde el punto de vista legal, existen regulaciones que exigen a los profesionales mantener registros precisos y completos, lo que busca garantizar la calidad de la atención y proteger los derechos de los pacientes. Éticamente, estos registros se basan en principios que promueven la autonomía y el bienestar del paciente. La omisión de información en los registros puede tener graves consecuencias, afectando la calidad de la atención y complicando la defensa en casos de negligencia.

La diligencia en el mantenimiento de registros médicos es esencial para respaldar la atención, proteger los derechos de los pacientes y facilitar la rendición de cuentas. Cumplir con las normativas legales y los principios éticos es fundamental para asegurar una atención médica de alta calidad y fomentar la confianza en la relación entre médico y paciente.

En el mismo orden de ideas es relevantente mencionara a Tejeiro (2024), el cual expone un caso:

En el contexto de la responsabilidad médica, se establece que, aunque es preferible que las demandas incluyan todos los detalles del caso, es aceptable que los demandantes presenten un marco fáctico que describa la situación denunciada, dado que a menudo enfrentan dificultades para conocer y probar todos los aspectos relevantes. Esto permite que el proceso judicial aborde cualquier vacío en la información presentada, asegurando que el juez actúe sin incurrir en incongruencias.

La Corte Suprema de Justicia, al resolver un recurso de casación, subrayó la importancia de seguir estrictamente los protocolos de seguridad y supervisión durante las fases preanestésica, anestésica y postanestésica. Se enfatizó que la responsabilidad del anestesiólogo incluye tanto la evaluación preoperatoria como el control de la recuperación del paciente tras la cirugía.

El tribunal determinó que el incumplimiento de estos protocolos puede dar lugar a responsabilidad civil si se producen daños al paciente. Esto es especialmente relevante en situaciones donde se evidencia una falta de control en la vía aérea y una atención inadecuada en la sala de recuperación, lo

que indica una omisión del deber de cuidado. Además, se reafirmó la aplicación del principio ***res ipsa loquitur***, que permite deducir negligencia en casos donde los resultados adversos son evidentes por la falta de cumplimiento de normas mínimas de seguridad.

La valoración de la historia clínica llevó a la conclusión de que la menor no fue trasladada de manera adecuada del quirófano a la sala de recuperación, ya que no se cumplió con el control necesario de su vía aérea. El sentenciador de segunda instancia destacó la importancia de que, en la fase posanestésica, el médico debe estar atento al estado de consciencia del paciente y a su estabilidad hemodinámica, asegurando que reciba el mismo soporte que en la sala de cirugía, especialmente en lo que respecta a la oxigenación.

El tribunal fundamentó su análisis en literatura obtenida de internet, complementando su evaluación con elementos que, aunque ajenos al cuestionamiento específico, se alinean con el sentido común y la experiencia médica. Se enfatiza la responsabilidad del anestesista de mantener una vigilancia constante sobre el paciente durante todo el procedimiento, subrayando la negligencia que implica no hacerlo.

Según, Fernández (2020), el Consentimiento Informado se define como la aceptación o rechazo, de manera libre y consciente, por parte del paciente de un procedimiento médico que impacta su salud. Este proceso requiere que el paciente reciba información adecuada y personalizada sobre la intervención propuesta, incluyendo su objetivo, beneficios, riesgos, alternativas y las posibles consecuencias de no llevar a cabo el procedimiento.

Además de ser un procedimiento clínico, el Consentimiento Informado es un deber deontológico y una obligación legal, lo que implica que su incumplimiento puede tener consecuencias jurídicas significativas. En la actualidad, se reconoce que el Consentimiento Informado forma parte de los Derechos Humanos, constituyendo un derecho fundamental que refleja la dignidad de la persona, la autonomía personal y la integridad física.

En términos generales, el consentimiento informado resulta de un proceso gradual en la relación entre el profesional sanitario y el paciente. Se basa en un diálogo donde el paciente, debidamente informado, decide sobre un procedimiento de salud. A menudo, esta relación implica una comunicación continua, historial clínico, exploraciones, diagnóstico y propuesta de tratamiento. En la interacción con el anestesiólogo, este proceso puede estar condensado en una o dos entrevistas, a menos que haya circunstancias especiales.

El acto anestésico requiere un consentimiento informado específico y separado del que se obtiene para la intervención o exploración relacionada. Este consentimiento debe detallar los objetivos, características, riesgos, beneficios y alternativas del procedimiento anestésico de manera clara y específica. Cada intervención que implique anestesia necesita su propio consentimiento individualizado, lo que significa que no es válido utilizar un mismo consentimiento para diferentes actos anestésicos en distintas intervenciones o procedimientos en un mismo paciente. Esto subraya la importancia de la personalización y la claridad en la comunicación con el paciente sobre los aspectos del acto anestésico.

El documento de consentimiento informado en anestesia es un proceso esencial que formaliza la aceptación del paciente para un acto médico. Este proceso se desarrolla en varias etapas durante una única entrevista.

La primera etapa es la anamnesis del paciente, donde se evalúa la historia clínica y la complejidad de la patología previa. Esta fase puede ser realizada por un médico no anestesiólogo o por personal de enfermería capacitado, preferentemente del Servicio de Anestesiología.

La segunda etapa implica la valoración de las características del paciente y la revisión de las exploraciones complementarias. Esta evaluación es crucial para establecer un criterio de riesgo/beneficio y recomendar procedimientos anestésicos adecuados, siendo responsabilidad de un médico del servicio de anestesiología.

En la tercera etapa, se proporciona información al paciente sobre los objetivos de los procedimientos anestésicos, así como los riesgos y beneficios asociados. Es fundamental que el paciente comprenda esta información para poder ejercer su derecho a decidir libremente sobre su tratamiento.

La cuarta etapa consiste en la firma del consentimiento informado, donde el paciente reconoce haber sido debidamente informado y acepta o rechaza los actos anestésicos propuestos. Este proceso asegura que la decisión del paciente sea informada y voluntaria.

La protección jurídica del profesional se fundamenta en la buena praxis. Es esencial realizar una información previa al paciente que sea completa y oportuna. Esta información debe abarcar todos los aspectos relevantes para que el paciente pueda tomar una decisión informada. La aceptación o rechazo del tratamiento debe ser un proceso libre y consciente por parte del paciente.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 9

Investigación en anestesiología

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Investigación en anestesiología

Introducción

La investigación en anestesiología es un campo crucial que se enfoca en mejorar la seguridad, eficacia y calidad de la atención médica durante procedimientos quirúrgicos y otros procesos clínicos donde se requiere el uso de anestesia. Se estudian diversos aspectos, como nuevas técnicas anestésicas, fármacos, dispositivos y procedimientos para garantizar la comodidad y bienestar de los pacientes. Además, la investigación en anestesiología busca optimizar la gestión del dolor, reducir complicaciones y mejorar la experiencia global del paciente antes, durante y después de la intervención. Esta área de estudio es fundamental para avanzar en la práctica anestésica y promover la seguridad y eficacia en la atención médica moderna.

Diseño de estudios clínicos y metodologías innovadoras

En primer lugar, es relevante mencionar a Torales (2023), donde expone que el diseño de una investigación es fundamental, ya que establece el marco que sostiene el estudio. Actúa como un elemento cohesivo que organiza y estructura el proyecto, permitiendo que todas las partes trabajen en conjunto para abordar las preguntas centrales. Al igual que una receta de cocina, el diseño proporciona los componentes y el plan necesarios para llevar a cabo la investigación de manera efectiva.

Un diseño sólido es esencial para aumentar las posibilidades de recopilar la información necesaria y garantizar que los resultados sean precisos y significativos. Seguir el protocolo de investigación de manera rigurosa no solo mejora la calidad de los hallazgos, sino que también facilita su replicación por otros investigadores. La replicabilidad es clave para que los resultados sean aceptados como válidos tanto por la comunidad científica como por el público en general.

Cada investigación debe ser considerada como una unidad cohesiva, donde el diseño responde a las hipótesis teóricas y desafíos empíricos. Los investigadores deben aplicar lógica y experiencia para determinar qué información proporcionará un diseño específico y evaluar su relevancia y fiabilidad en relación con el objeto de estudio.

Un diseño adecuado guiará todo el proceso investigativo, contribuyendo al objetivo principal de generar conocimiento y resolver problemas. Por lo tanto, es crucial que los investigadores se capaciten y reflexionen críticamente para identificar el diseño más apropiado, ya que esta elección impactará directamente en el éxito o fracaso de la investigación.

En el mismo orden de ideas, es relevante mencionar a Anestesialatam (2024), donde se explica que, en el ámbito de la anestesiología, es fundamental comprender los conceptos de factor de riesgo, factor de protección y evento (outcome). Un factor de riesgo se refiere a cualquier característica que puede aumentar la probabilidad de un evento de salud, mientras que un factor de protección disminuye dicha probabilidad. El evento es el resultado que se estudia, como complicaciones o condiciones de salud.

Ya que, los diseños de estudio más comunes en este campo incluyen estudios observacionales y experimentales. En los estudios observacionales, el investigador observa sin intervenir. Los estudios de cohorte analizan grupos expuestos y no expuestos a un factor de riesgo a lo largo del tiempo, utilizando medidas como el riesgo relativo. Los estudios de casos y controles comparan pacientes que han experimentado un evento con aquellos que no, empleando el odds ratio como medida de asociación. Los estudios transversales evalúan la prevalencia de un evento en un momento específico.

Por otro lado, los estudios experimentales implican la manipulación de variables. Los ensayos clínicos aleatorizados asignan aleatoriamente a los pacientes a diferentes intervenciones para evaluar su efecto en un evento, utilizando medidas como la reducción del riesgo relativo. Los estudios cuasiexperimentales son similares, pero carecen de asignación aleatoria. Donde, los estudios de revisión y meta-análisis sintetizan datos de múltiples investigaciones para obtener conclusiones generales, utilizando el tamaño del efecto combinado como medida.

Comprender estos diseños de estudio y los conceptos asociados es esencial para interpretar la investigación en anestesiología y aplicar estos conocimientos en la práctica clínica, mejorando así la atención basada en la evidencia.

Por otro lado, es relevante mencionar a La Universidad en Internet (2022), donde explica que la investigación médica tiene como objetivo principal mejorar la salud y la calidad de vida de los pacientes, así como optimizar el pronóstico de enfermedades y prevenir problemas de salud. Se enfoca en el desarrollo de ensayos clínicos, que son esenciales para descubrir nuevos fármacos y tratamientos innovadores para diversas enfermedades.

Los ensayos clínicos se inician una vez que la investigación básica ha proporcionado resultados confiables sobre un nuevo tratamiento o compuesto. Es fundamental que estos tratamientos hayan sido validados en laboratorio y probados en animales para asegurar su seguridad y eficacia en el tratamiento de enfermedades específicas. Además, la investigación también abarca la evalua-

ción de nuevos dispositivos médicos, como catéteres y marcapasos de última generación, con el fin de mejorar los existentes y aumentar la efectividad en el diagnóstico de patologías.

Encontramos que según, Editverse (2023), el futuro de la investigación se encuentra en un punto de inflexión, impulsado por la adopción creciente de nuevas tecnologías y métodos. Las herramientas de inteligencia artificial (IA) han aumentado significativamente, siendo 2.5 veces más comunes que en 2017, con la mitad de las empresas integrando IA en sus procesos. Este avance está acompañado por un aumento en la colaboración y el uso de la realidad virtual, lo que promete transformar la manera en que se aborda la investigación en los próximos años.

La recopilación de datos está evolucionando gracias a innovaciones como los sensores portátiles y los drones, que están redefiniendo las metodologías de investigación. La inteligencia artificial también juega un papel crucial al facilitar la codificación y la integración de diversos tipos de datos, lo que resulta en investigaciones más robustas y reveladoras.

La implementación de estos nuevos métodos no solo promete avances significativos en el conocimiento, sino que también permitirá a los investigadores contribuir de manera más efectiva a sus campos. Las oportunidades que se presentan son vastas, y se anticipa que estos cambios marcarán un antes y un después en la investigación a partir de 2024-2025 y en adelante.

Métodos de investigación innovadores:

La Inteligencia Artificial está transformando el análisis de datos al ofrecer una velocidad y precisión sin precedentes, permitiendo a los algoritmos de aprendizaje automático identificar patrones que podrían ser pasados por alto por investigadores humanos. Esta tecnología es especialmente útil en proyectos de big data en áreas como la genómica, la ciencia climática y la investigación de redes sociales.

La Realidad Virtual permite realizar estudios etnográficos inmersivos, lo que resulta beneficioso para investigar temas delicados o poblaciones de difícil acceso. Su aplicación se extiende a la antropología cultural, la psicología social y la investigación de mercados.

La tecnología Blockchain asegura la integridad y trazabilidad de los datos de investigación, creando un registro inmutable que mejora la reproducibilidad y la confianza en los hallazgos científicos. Es particularmente útil en ensayos clínicos, estudios longitudinales y proyectos de investigación colaborativos.

La combinación de encuestas tradicionales con técnicas de neuroimagen, como la resonancia magnética funcional, proporciona una comprensión más profunda de los procesos de pensamiento y las respuestas emocionales de los encuestados. Esto es aplicable en estudios de comportamiento del consumidor, investigaciones en ciencias políticas y evaluaciones psicológicas.

La computación cuántica permite realizar simulaciones complejas que antes eran imposibles debido a limitaciones computacionales, siendo útil en el descubrimiento de fármacos, la modelización climática y el análisis de riesgos financieros.

La retroalimentación biométrica en la investigación de la experiencia del usuario, que incluye datos como la frecuencia cardíaca y el seguimiento ocular, ofrece medidas objetivas sobre la participación y las respuestas emocionales de los usuarios. Esto se aplica en el diseño de productos, pruebas de usabilidad de sitios web y desarrollo de tecnología educativa.

Las técnicas avanzadas de procesamiento del lenguaje natural permiten analizar el sentimiento y las tendencias del público en grandes conjuntos de datos de redes sociales en tiempo real, siendo útiles en la investigación de opinión pública, el seguimiento de marcas y estudios de movimientos sociales.

Las herramientas de Realidad Aumentada mejoran la investigación de campo al superponer información digital en el entorno físico, lo que optimiza la precisión y eficiencia en la recopilación de datos. Su aplicación incluye excavaciones arqueológicas, estudios urbanísticos y estudios geológicos.

Finalmente, las plataformas de ciencia ciudadana facilitan la participación masiva en la investigación científica, permitiendo a los ciudadanos contribuir con datos y conocimientos a estudios profesionales, lo que es relevante en el monitoreo de la biodiversidad, la investigación astronómica y la vigilancia de la salud pública Tabla 5.

Tabla 8.

Métodos de investigación innovadores.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN INNOVADOR	BENEFICIOS CLAVE
Análisis cualitativo avanzado	La IA ayuda a codificar y comprender datos, combinando diferentes tipos de datos para obtener conocimientos más profundos.
Metodologías Cuantitativas Disruptivas	Rompe con las viejas formas de analizar datos y abre nuevos caminos para el descubrimiento.
Técnicas de investigación emergentes	Utiliza nuevos métodos de aprendizaje y tecnología para ayudarle a recordar mejor la información.
Recopilación de datos de vanguardia	Utiliza sensores avanzados y drones para recopilar datos de nuevas formas.

Nota. Tomado de *Diez métodos de investigación innovadores para estudios 10-2024* de Editverse (2023),https://www.editverse.com/es/10-métodos-de-investigación-innovadores-que-revolucionarán-tu-estudio-en-2024-2025/

Colaboraciones multidisciplinarias y redes de investigación

Es relevante resaltar a Roman (2023), el cual expone en su trabajo de investigación la importancia de la colaboración de calidad y la creación de sinergias, así como la promoción de la diversidad y la inclusión. La formación continua de docentes y la mentoría son considerados elementos esenciales para empoderar a las nuevas generaciones de investigadores, asegurando un acceso equitativo al conocimiento.

Además, se subraya la relevancia de la accesibilidad a la información científica y el uso de herramientas digitales que facilitan la comunicación en tiempo real. Estas tácticas no solo eliminan barreras, sino que también fomentan una comunicación efectiva, lo que contribuye al avance del conocimiento en múltiples disciplinas.

Como señala, Cortés (2022), en el II E-Simposio Manos a la Ciencia Multidisciplinaria, menciona que se destacó la importancia de la colaboración y la multidisciplinariedad en la investigación. Los ponentes enfatizaron la necesidad de trabajar de manera conjunta para enriquecer las contribuciones científicas y enfrentar los desafíos actuales de la humanidad. Se mencionaron casos donde la colaboración entre diferentes disciplinas, como química, química clínica y biomédica, ha sido fundamental para el desarrollo exitoso de proyectos.

Además, se resaltó la importancia de vincular la docencia y la investigación con campos disciplinares diversos, como las humanidades, artes y ciencias sociales, para dar sentido a estas actividades académicas.

Asimismo, Beltrán (2019), la evaluación de las necesidades de salud debe realizarse desde una perspectiva integral y dinámica, considerando el contexto socio-cultural y los valores de los individuos. Estos elementos son fundamentales para entender tanto su situación actual como sus expectativas sobre lo que constituye una “vida sana” y “bien atendida” en diversas etapas de la vida.

Es esencial que la investigación en salud fomente la colaboración entre profesionales de distintas disciplinas. Esta interconexión es crucial para abordar de manera efectiva los problemas de salud identificados y, a su vez, mejorar la calidad de la producción investigadora. La investigación debe alinearse con el encargo social de la universidad, asegurando que los esfuerzos académicos respondan a las necesidades reales de la comunidad.

Por otro lado, según la Universidad Autónoma del Caribe (2024), explica que una red de investigación se define como una colaboración entre múltiples actores interesados en desarrollar un objeto de investigación específico, con el objetivo de alinear esfuerzos, intereses y recursos, tanto humanos como financieros, hacia una línea de investigación común. Esta colaboración está estrechamente vinculada a un centro formal de investigación y busca alcanzar resultados compartidos que respondan a políticas de desarrollo científico, social, tecnológico e innovador en diversas áreas del conocimiento.

Las redes de investigación representan una estrategia contemporánea para el avance de los sistemas de ciencia y tecnología a nivel global, funcionando como un mecanismo de apoyo inter y transdisciplinario. Estas redes trascienden la mera interconexión temática, promoviendo un enfoque más integral en el desarrollo de la investigación. Se sustentan en organizaciones dedicadas a la producción de conocimiento, como universidades y centros de investigación, tanto en el sector público como en el privado.

Los centros de investigación desempeñan un papel crucial al regular las ideas, asignar recursos, aplicar métodos sistematizados y obtener resultados que fomenten la innovación y el desarrollo en diversas áreas del quehacer social. Esto permite una mayor coherencia y efectividad en la investigación, contribuyendo al progreso de la sociedad en su conjunto.

Según, Salusplay (2024), las redes de investigación, también conocidas como redes avanzadas, facilitan la colaboración entre científicos, investiga-

dores, académicos, profesores y estudiantes a través de interconexiones de redes. En el ámbito de la salud, estas redes han demostrado ser especialmente efectivas para promover el intercambio de conocimientos y la cooperación entre investigadores.

La importancia de estas redes radica en su capacidad para abordar problemas de salud críticos, lo que contribuye a mejorar tanto la eficacia como la eficiencia de la investigación en este sector. En resumen, las redes de investigadores en salud son herramientas fundamentales que potencian la colaboración y optimizan los esfuerzos en la investigación sanitaria.

Fomento de la cultura de la investigación en anestesiología

Desde el punto de vista de Molina (2024), la cultura de investigación se define como un enfoque que integra principios y valores fundamentales en la labor del investigador. Esta cultura no solo guía la acción del investigador, sino que también influye en el entorno en el que se desenvuelve, promoviendo un desarrollo integral.

El espacio cultural en el que opera el investigador juega un papel crucial, ya que establece una relación entre el investigador, el contexto y el objeto de estudio. Esta interconexión transforma la dinámica de la investigación, permitiendo una mediación que favorece tanto la reflexión como la socialización de las actividades investigativas. En consecuencia, se fomenta un proceso de expansión que enriquece tanto al investigador como a su entorno.

En conclusión, de su trabajo de investigación González (2024), expone que la generación de una cultura investigativa en la educación superior requiere la intervención de políticas educativas que sitúen la investigación como eje central del currículo. Esta operacionalización debe basarse en una planificación estratégica de la gestión del conocimiento, apoyada por una estructura organizativa en redes y el uso de tecnología virtual. La interacción entre la comunidad universitaria, la investigación y las tecnologías de la información y comunicación (TIC) es fundamental para fomentar un ambiente que promueva la participación en la investigación.

Es crucial que la promoción de esta cultura investigativa no se limite a una gestión vertical, ya que esto podría excluir a los grupos de interés. En cambio, se propone un modelo de gestión horizontal y colaborativa que facilite el intercambio de ideas. La participación y difusión del conocimiento deben estar guiadas por principios de interdependencia, como la corresponsabilidad y la anticipación estratégica, adaptándose a las necesidades situacionales de investigación.

El estudio subraya la importancia de integrar la investigación en las políticas internas de las instituciones de educación superior, promoviendo su desarrollo a corto, mediano y largo plazo. Se destaca la necesidad de incluir a los stakeholders internos y externos para ampliar la cultura investigativa, incorporar nuevas tecnologías y actualizar los aprendizajes.

Entre las limitaciones identificadas se encuentran las resistencias al cambio, las limitaciones epistémicas y económicas, así como estructuras organizativas obsoletas que dificultan la adaptación. Aunque no se busca ofrecer una conclusión definitiva, se plantean oportunidades para desarrollar nuevas líneas de investigación que se alineen con las políticas educativas y la evaluación tecnológica, fomentando un enfoque abierto y multidisciplinario en la formación docente y la medición del impacto de la gestión estratégica.

La investigación es fundamental desde el inicio de la carrera universitaria, según Ramírez citado por Cordero (2020), quien sostiene que un especialista completo debe conocer y analizar la realidad de su actividad, así como formular teorías y acciones para resolver problemas. Este enfoque no solo contribuye al descubrimiento de nuevos conocimientos, sino que también mejora la práctica diaria de los anestesiólogos, quienes deben integrar la investigación en su desarrollo profesional a lo largo de su carrera.

El desarrollo de un país se mide, en parte, por la cantidad de científicos y el conocimiento que generan. Eslava por Cordero (2020), enfatiza que la enseñanza de la Anestesiología debe basarse en criterios propios de la universidad, que debe cumplir con estándares de universalización en investigación, formación académica y producción de conocimiento.

Asimismo, para Hernández (2022), la educación debe enfocar sus objetivos en orientar a la sociedad hacia un desarrollo sostenible en el que el sistema educativo de respuesta a las exigencias y necesidades que la sociedad demanda.

Por lo cual, las instituciones de educación superior deben fomentar la investigación en la sociedad del conocimiento y la sociedad de la información para la construcción y transmisión del conocimiento como parte de su misión social.

Por otro lado, pero en el mismismo orden de ideas, es relevante resaltar que la investigación en anestesiología es fundamental para el avance de la práctica clínica, la mejora de los resultados para los pacientes y la generación de nuevo conocimiento en el campo de la medicina. A pesar de su importancia, la investigación en esta área a menudo enfrenta desafíos. Por ello, fomen-

tar una cultura de investigación sólida es un objetivo clave para la comunidad anestésica.

Fomentar una cultura de investigación en anestesiología es un proceso complejo que requiere el compromiso de todos los actores involucrados: instituciones, sociedades científicas, profesionales y estudiantes. Al invertir en investigación, la comunidad anestésica contribuye a mejorar la calidad de la atención al paciente y a posicionar la especialidad como una disciplina líder en el campo de la medicina.

Estrategias para fomentar la cultura de la investigación

- Promoción de la investigación desde la formación: incluir la investigación como parte integral de los programas de residencia en anestesiología.
- Creación de redes de investigación: facilitar la colaboración entre diferentes instituciones y profesionales.
- Apoyo institucional: las instituciones deben proporcionar los recursos necesarios para la investigación, como tiempo liberado, financiamiento y acceso a bases de datos.
- Mentoría: ofrecer programas de mentoría para guiar a los investigadores noveles.
- Fomento de la publicación: incentivar la publicación de artículos científicos en revistas de alto impacto.
- Reconocimiento de la actividad investigadora: incorporar la actividad investigadora en los sistemas de evaluación y promoción profesional.
- Colaboración con otras disciplinas: fomentar la colaboración con otras áreas de la medicina y las ciencias básicas.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Capítulo 10

El futuro de la anestesiología

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

El futuro de la anestesiología

Introducción

El futuro de la anestesiología se vislumbra lleno de innovaciones tecnológicas y metodológicas que mejorarán la precisión, eficacia y seguridad de los procedimientos anestésicos. Desde el desarrollo de nuevas técnicas de administración de fármacos hasta el uso de inteligencia artificial para personalizar los tratamientos, la anestesiología está evolucionando constantemente para adaptarse a las necesidades cambiantes de la práctica clínica y los avances médicos.

Además, la integración de la telemedicina, la realidad virtual y la simulación en la formación de anestesiólogos permitirá mejorar la capacitación y habilidades de los profesionales de la anestesia, garantizando una atención de alta calidad y segura para los pacientes.

Tendencias y desafíos emergentes en la práctica anestésica

En primer lugar, es relevante mencionar a la Universidades.app(2024), la cual expone que la anestesiología ha experimentado una evolución significativa gracias a los avances tecnológicos actuales, mejorando la seguridad, precisión y confort tanto para los profesionales de la salud como para los pacientes. Innovaciones como el monitoreo del estado profundo de anestesia con dispositivos como el bispectral index (BIS) han permitido una medición más precisa de la profundidad de la anestesia, reduciendo riesgos y complicaciones.

La anestesia regional ha sido revolucionada con el uso de ultrasonidos, mejorando la seguridad y precisión de los bloqueos nerviosos. La introducción de la anestesia asistida por computadora, como los sistemas de objetivo controlado (TCI) y de soporte a la decisión clínica, optimiza la dosificación de anestésicos intravenosos. La incorporación de sistemas de información anestésica (AIS) que integran datos del paciente en tiempo real mejora la documentación, seguimiento y seguridad en la administración de la anestesia. Estos avances representan un cambio cualitativo en la práctica de la anestesiología y el monitoreo de los pacientes.

Asimismo, para Anestesialatam (2024), la anestesiología está siendo transformada por la integración de la automatización y la inteligencia artificial (IA), especialmente en áreas como la gestión del riesgo perioperatorio y la transfusión sanguínea. Estudios recientes han demostrado que las tecnologías de IA pueden predecir de manera precisa la necesidad y cantidad de transfusiones durante la cirugía, superando a los métodos tradicionales.

La implementación clínica de estos modelos de IA podría mejorar la asignación de recursos y la preparación ante situaciones de hemorragia masiva, aunque se requieren más investigaciones para validar su eficacia en diferentes entornos hospitalarios. La IA promete revolucionar la anestesiología moderna en diversos aspectos, siempre y cuando se valide rigurosamente su uso en pacientes.

Igualmente, para Anestesialatam (2024), en el ámbito de la anestesiología, la gestión adecuada de la hipnosis durante las cirugías es esencial para garantizar la seguridad del paciente. Un equipo de investigadores del Instituto Picower del MIT y el Hospital General de Massachusetts ha desarrollado un sistema de anestesia en asa cerrada que podría transformar esta práctica. Este sistema innovador realiza un monitoreo continuo del estado cerebral, ajustando automáticamente las dosis de propofol cada 20 segundos, lo que permite una respuesta precisa a los niveles de hipnosis.

Los investigadores han identificado un marcador basado en la actividad cerebral, que se centra en los cambios en los picos neuronales y los potenciales de campo local (LFPs). En particular, han encontrado que la potencia de los LFPs en el rango de 20 a 30 Hz es un indicador confiable del nivel de hipnosis. Además, el sistema integra un modelo de farmacocinética y farmacodinámica del propofol, lo que facilita la determinación de la dosis necesaria para inducir cambios en la consciencia.

Este avance tiene importantes repercusiones en la práctica anestésica, ya que permite un control más preciso de las dosis, lo que podría disminuir los efectos secundarios postoperatorios, especialmente en pacientes mayores. Asimismo, al automatizar el ajuste de dosis, se espera que el sistema mejore la eficiencia y la seguridad en el quirófano. Sin embargo, aunque los resultados en modelos animales son prometedores, se requiere más investigación para adaptar el sistema al uso humano, incluyendo la medición de EEGs a través del cuero cabelludo y la identificación de marcadores de hipnosis en ritmos cerebrales humanos.

Según, para Campus Vygon (2021), la última década ha marcado un periodo significativo en el ámbito de la anestesia regional pediátrica, con cambios notables en las metodologías y enfoques utilizados en el tratamiento de pacientes jóvenes. Tradicionalmente, la anestesia locorregional (ALR) en niños se centraba en técnicas neuraxiales, pero en tiempos recientes se ha observado una creciente adopción de bloqueos nerviosos periféricos. Estas nuevas técnicas no solo son menos invasivas, sino que también contribuyen a la re-

ducción del uso de opioides, lo que es un avance importante en la gestión del dolor pediátrico.

Además, se ha evidenciado un cambio en la preferencia hacia la anestesia espinal en lugar de la anestesia general. Este cambio se debe a las preocupaciones sobre los posibles efectos neurocognitivos a largo plazo que la anestesia general podría tener en los niños pequeños. En conjunto, estos desarrollos reflejan un esfuerzo por mejorar la seguridad y la eficacia en la atención anestésica pediátrica, priorizando el bienestar a largo plazo de los pacientes Figura 16.

Figura 16.

7 razones por las que ALR pediátrica es tendencia.

Nota. Tomado de *Avances y tendencias en anestesia locorregional pediátrica de Campus* Vygon (2021), https://campusvygon.com/es/tendencias-alr-pediatrica/

También, para Anestesialatam (2024), la anestesiología está experimentando una transformación significativa con la incorporación de modelos avanzados de inteligencia artificial, como ChatGPT. Un estudio reciente publicado en el British Journal of Anaesthesia ha investigado la aplicación de este modelo para clasificar el estado físico de los pacientes según los criterios de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA).

En el estudio, se evaluaron diez escenarios hipotéticos de pacientes utilizando ChatGPT, comparando sus respuestas con las de anestesiólogos humanos. Se llevaron a cabo cincuenta iteraciones por cada escenario, lo que permitió analizar la coherencia y validez de las respuestas generadas por el modelo.

Los hallazgos principales indican que ChatGPT mostró una notable consistencia en la clasificación ASA-PS, proporcionando respuestas claras y comprensibles. La mayoría de las clasificaciones realizadas por ChatGPT coincidieron con las de los anestesiólogos humanos, evidenciando un alto grado de acuerdo en la evaluación de los escenarios. Este estudio sugiere que ChatGPT puede clasificar eficazmente el estado físico ASA-PS, lo que resalta el potencial significativo de los modelos de inteligencia artificial en la anestesiología, mejorando así la precisión y consistencia en la clasificación de pacientes.

De igual manera, Anestesialatam (2024), explica el uso de la telemedicina en un estudio reciente publicado en el Canadian Journal of Anaesthesiology resalta la importancia de la aplicación móvil C-Care, diseñada para madres que se someten a un parto por cesárea. Este análisis revela hallazgos significativos que son relevantes tanto para anestesiólogos como para pacientes.

La participación en el estudio fue notable, con 35 de 36 participantes utilizando la aplicación de manera activa. Las usuarias visitaron la plataforma un promedio de 15 veces en un mes, completando cuestionarios de autoevaluación y explorando temas educativos, siendo los más consultados “Control del Dolor” y “Los Primeros Días”. La satisfacción del usuario fue alta, con un 83% de las encuestadas dispuestas a recomendar C-Care a otras mujeres, y una puntuación media de satisfacción de 7.5 sobre 10.

Los resultados sugieren que C-Care es una herramienta valiosa para la educación y el seguimiento de pacientes post-cesárea. La elevada tasa de uso y satisfacción indica un avance positivo hacia la adopción de tecnologías de telemedicina en el ámbito de la anestesia obstétrica. Esto no solo mejora la experiencia del paciente, sino que también permite a los anestesiólogos realizar un seguimiento más efectivo del postoperatorio.

La incorporación de aplicaciones móviles como C-Care en la atención perioperatoria de cesáreas representa un avance significativo en la medicina digital y la anestesiología. Este estudio enfatiza la relevancia de la participación del paciente y la educación en la mejora de los resultados quirúrgicos y la satisfacción general. Es fundamental que anestesiólogos y profesionales de la salud se mantengan informados sobre estas innovaciones y consideren su implementación en la práctica clínica.

Según, Anestesialatam (2024), el uso de big data en anestesia: el proyecto MIMIC, desarrollado por el MIT en colaboración con el Centro Médico Beth Israel Deaconess y Philips Healthcare, es una base de datos pública con información anonimizada de más de 40,000 estancias en las UCI. Fue respaldado por el Instituto Nacional de Imágenes Biomédicas y Bioinformática y compartido en línea a través de PhysioNet.

MIMIC proporciona a los anestesiólogos la oportunidad de analizar datos clínicos detallados para investigar la eficacia de los protocolos de anestesia, las tendencias en las prácticas de sedación y las respuestas a tratamientos en pacientes críticos. También facilita el desarrollo de modelos predictivos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones basadas en datos reales.

Los investigadores han aprovechado la base de datos MIMIC para explorar diversos aspectos críticos de la anestesiología. Han analizado las mejores prácticas en el manejo del dolor, lo que contribuye a optimizar la experiencia del paciente durante y después de los procedimientos quirúrgicos.

Además, se han desarrollado estrategias efectivas para la ventilación mecánica, lo que es fundamental para la recuperación de los pacientes en estado crítico. Por último, se ha puesto un énfasis significativo en la prevención de complicaciones postoperatorias, lo que resulta en una mejora general de la calidad de atención. Estos estudios son esenciales para la formulación de directrices basadas en evidencia que benefician tanto a los profesionales de la salud como a los pacientes.

Asimismo, Anestesialatam (2024),el monitoreo del paciente por un reloj inteligente representa un avance significativo en el campo de la anestesiología y el cuidado postoperatorio, ofreciendo la capacidad de monitorear de manera continua y precisa los parámetros vitales de los pacientes. Esta tecnología es especialmente valiosa para aquellos que se recuperan de cirugías o que sufren de enfermedades crónicas, como la EPOC o la insuficiencia cardíaca congénita. La monitorización remota permite un seguimiento efectivo de los signos vitales, tanto en entornos hospitalarios como en el hogar, lo que facilita decisiones clínicas más informadas y mejora los resultados de salud de los pacientes.

Dicho avance tecnológico tiene un impacto significativo en los programas de salud virtual y en la monitorización preoperatoria, estableciendo un nuevo estándar en la atención médica remota y el monitoreo de pacientes.

Impacto de la tecnología en la formación de los anestesiólogos

Tal como señala, Universidad Católica de Córdoba(2023), la formación de los anestesistas es considerada no solo una obligación profesional, sino también un deber ético y moral. Esta perspectiva es respaldada por el doctor Martín Dómina, quien es miembro de la Asociación de Anestesia, Analgesia y Reanimación de Córdoba. La implicación de esta afirmación resalta la importancia de la educación continua en el ámbito de la anestesiología, enfatizando el compromiso de los médicos con la salud y el bienestar de los pacientes.

De igual manera, para Bow Medical (2024), la anestesia ha experimentado una notable evolución gracias a los avances tecnológicos que redefinen sus estándares. La incorporación de herramientas de imagen médica, como la ecografía y la resonancia magnética, ha transformado la planificación y administración de la anestesia, permitiendo a los anestesiólogos visualizar en tiempo real la anatomía del paciente. Esto facilita la identificación de estructuras anatómicas clave y la colocación precisa de catéteres para la analgesia regional.

Además, la simulación médica se ha convertido en un recurso fundamental para la formación de anestesiólogos. A través de simulaciones virtuales, los profesionales pueden practicar en entornos controlados, perfeccionar sus habilidades y adaptarse a nuevas técnicas sin riesgo para los pacientes.

Por último, los sistemas informáticos de gestión de la anestesia, ofrecen funcionalidades avanzadas que incluyen la automatización de la entrada de datos, alertas en tiempo real y trazabilidad de medicamentos. Estas herramientas no solo mejoran la seguridad del paciente, sino que también optimizan la coordinación de la atención y la eficiencia operativa en el entorno clínico.

Según, Menéndez (2023), el metaverso presenta oportunidades significativas para la educación y el entrenamiento de anestesiólogos, ofreciendo herramientas innovadoras que pueden mejorar la formación de nuevas generaciones. La realidad virtual se destaca por su capacidad para crear escenarios clínicos educativos, mientras que la realidad aumentada ha demostrado su eficacia en el entorno quirúrgico, contribuyendo al desarrollo profesional de los anestesiólogos.

La integración de estas tecnologías representa una evolución necesaria en la enseñanza de esta especialidad, que debe adaptarse a la innovación debido a la gran responsabilidad clínica que conlleva. Es fundamental que el equipo de anestesiología explore y desarrolle su propio espacio dentro del

metaverso, lo que permitirá un crecimiento continuo y una mejora en la práctica profesional.

Visión de futuro para la especialidad

La especialidad de anestesia está en constante evolución y su futuro se perfila a través de varias tendencias y avances que pueden transformar la práctica y mejorar la atención al paciente.

Ciertos aspectos que podrían definir la visión del futuro en anestesiología:

- Tecnología y monitoreo avanzado: se espera un aumento en el uso de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y el machine learning, para predecir complicaciones y optimizar la administración de anestesia. Esto incluye monitores más sofisticados que proporcionen información en tiempo real sobre el estado del paciente.
- Anestesia personalizada: con el avance de la farmacogenómica, los anestesiólogos podrán personalizar los regímenes anestésicos basados en el perfil genético del paciente, lo que mejorará la eficacia y reducirá los efectos adversos.
- Anestesia regional y técnicas mínimamente invasivas: el uso de métodos menos invasivos y técnicas de anestesia regional sigue en aumento, lo que puede resultar en menos complicaciones y una recuperación más rápida para los pacientes.
- Mayor enfoque en la seguridad del paciente: la cultura de seguridad en el quirófano seguirá siendo una prioridad, con un enfoque en la reducción de errores y complicaciones mediante la estandarización de prácticas y el uso de checklists.
- Teleanestesia: la telemedicina ha ganado terreno en muchos campos, y la anestesiología no será la excepción. Evaluaciones preoperatorias y consultas pueden realizarse de manera remota, mejorando el acceso y la conveniencia para los pacientes.
- Manejo del dolor y cuidados paliativos: la anestesiología se expandirá más allá del quirófano hacia el manejo del dolor agudo y crónico, y el cuidado paliativo, integrando a los anestesiólogos en equipos multidisciplinarios dedicados a la mejora de la calidad de vida de los pacientes.
- Sostenibilidad y anestesia verde: con la creciente preocupación por el medio ambiente, la anestesiología también buscará prácticas más

sostenibles, como la utilización de agentes anestésicos menos contaminantes y la reducción de desperdicios en el quirófano.

- Educación y formación continua: la formación de los anestesiólogos se volverá más dinámica e integradora, con un énfasis en habilidades de comunicación, trabajo en equipo y manejo de situaciones críticas, además de la pura técnica anestésica.
- Investigación y desarrollo: la investigación en anestesiología seguirá siendo fundamental para mejorar las técnicas y fármacos anestésicos, así como para desarrollar nuevas estrategias en el manejo del dolor y la sedación.
- Interacción multidisciplinaria: el futuro de la anestesiología estará cada vez más integrado con otras especialidades médicas, siendo un componente clave en el manejo integral del paciente, desde la cirugía hasta la recuperación.

La visión de futuro para la especialidad de anestesia será, en definitiva, más colaborativa, innovadora y centrada en el paciente, buscando siempre mejorar la seguridad y la eficacia de los procedimientos anestésicos.

Encontramos que para la Universidades.APP (2024), el campo de la anestesiología se encuentra en un momento crucial, impulsado por avances tecnológicos y una creciente especialización. Estos cambios están redefiniendo la formación y práctica de los anestesiólogos. La tecnología, incluyendo nuevos dispositivos de monitorización y la inteligencia artificial, está mejorando la seguridad y efectividad de los procedimientos anestésicos, lo que a su vez ha incrementado el interés en esta especialidad.

Las instituciones educativas están adaptando sus currículos para incluir herramientas tecnológicas avanzadas, asegurando que los futuros anestesiólogos no solo comprendan los fundamentos científicos, sino que también manejen adecuadamente los nuevos dispositivos. Además, la especialización en áreas como la anestesia pediátrica y cardiovascular permite a los profesionales profundizar en su conocimiento y habilidades, mejorando así la atención al paciente.

La educación médica continua es esencial para que los anestesiólogos se mantengan actualizados con los últimos avances y mejores prácticas. Los programas de formación en están promoviendo la investigación y el desarrollo, lo que permite a los anestesiólogos contribuir activamente a la creación de nuevas técnicas y tratamientos.

La calidad del cuidado quirúrgico está estrechamente relacionada con la formación de los anestesiólogos, quienes pueden influir significativamente en los resultados postoperatorios. Además, la implementación de tecnologías avanzadas puede resultar en un sistema de salud más eficiente y rentable, al reducir complicaciones y mejorar la recuperación de los pacientes.

Los anestesiólogos también desempeñan un papel fundamental en las unidades de cuidados intensivos, donde su experiencia es crucial para el manejo de pacientes críticos. La telemedicina está emergiendo como una herramienta valiosa en la formación y práctica, facilitando el acceso a cuidados especializados, especialmente en áreas remotas.

La ética profesional y el humanismo son igualmente importantes, ya que se espera que los anestesiólogos ofrezcan una atención centrada en el paciente, priorizando la compasión y el respeto por la dignidad humana.

De igual manera para Martínez (2024), la anestesiología ha logrado reducir la mortalidad intraoperatoria, pero la mortalidad perioperatoria a los 30 días sigue siendo un problema significativo a nivel mundial. Esto resalta la necesidad de identificar riesgos y prevenir complicaciones a través de la optimización perioperatoria, donde la inteligencia artificial (IA) puede desempeñar un papel crucial.

El desarrollo de dispositivos inteligentes y portátiles, fabricados con impresiones 3D, que incorporen algoritmos avanzados de IA, permitirá un manejo personalizado en la evaluación y predicción de la vía aérea difícil. Estos dispositivos facilitarán la inserción rápida y la generación de planes de manejo estructurados, lo que contribuirá a disminuir riesgos y complicaciones.

En un futuro cercano, se anticipa la disponibilidad de herramientas portátiles para la evaluación y planificación, así como dispositivos de intubación que se conecten de forma inalámbrica a smartphones y computadoras. Estos avances incluirán videoendoscopios robóticos que guíen la intubación mediante reconocimiento de imágenes, mejorando la seguridad de la vía aérea y confirmando la correcta colocación del tubo endotraqueal.

Es esencial desarrollar estrategias que orienten el manejo anestésico y fortalezcan las bases de datos para la detección de problemas y generación de alertas. Esto permitirá guiar protocolos de mejores prácticas y mejorar los resultados para los pacientes. La investigación y capacitación continua serán fundamentales para avanzar en este campo.

El futuro de la anestesia también estará influenciado por cambios demográficos, como una población más longeva y con diferentes patologías, así como un aumento en el volumen de procedimientos quirúrgicos. La evolución de la anestesia dependerá no solo de la tecnología y la IA, sino también de la capacidad de adaptación de los profesionales del área.

Finalmente, aunque las posibilidades son vastas, la adopción generalizada de la IA aún enfrenta desafíos. Es crucial aumentar la accesibilidad y definir aplicaciones prácticas, así como generar datos validados que faciliten el procesamiento adecuado de la información.

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Bibliografía

MAWIL
Publicaciones Impresas y Digitales

Abad Torrent, A. (16 de diciembre de 2019). *Recomendaciones para la práctica segura de la Anestesia Total Intravenosa I*. Anestesiar.org: https://anestesiar.org/2019/recomendaciones-para-la-practica-segura-de-la-anestesia-total-intravenosa-i/

Abreu González, M. (28 de noviembre de 2020). *Papel de la farmacogenómica en la medicina actual*. Remus.unison.mx: https://remus.unison.mx/index.php/remus_unison/article/download/31/31/30

Adetunji, J. (21 de octubre de 2021). *¿Por qué es tan importante el descubrimiento de nuevos biomarcadores?* Theconversation.com: https://theconversation.com/por-que-es-tan-importante-el-descubrimiento-de-nuevos-biomarcadores-167284

Albundio Escalona, S. &. (2024). Tecnologías portátiles para el monitoreo de la salud del paciente. *Revista Ocronos., 7*(8), 1137. https://revistamedica.com/tecnologias-portatiles-monitoreo-salud-paciente/

Álvarez, M. P. (2019). Farmacogenómica: la medicina personalizada. *Revista del Laboratorio Clínico, 12*(3), 147-154. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.labcli.2018.07.004

Ampligen. (5 de abril de 2021). *La Farmacogenómica*. Ampligen.es: https://www.ampligen.es/adn-genetica/farmacogenomica-informacion/

Anestesialatam . (5 de agosto de 2024). *Innovaciones en Anestesiología: Automatización e Inteligencia Artificial en la Gestión del Riesgo Perioperatorio y de Transfusión Sanguínea*. Anestesialatam.com: https://www.anestesialatam.com/innovaciones-en-anestesiologia-automatizacion-e-inteligencia-artificial-en-la-gestion-d

Anestesialatam . (1 de abril de 2024). *Masimo W1 Smartwatch: avance innovador en monitoreo de SpO2 y pulso para anestesiólogos*. Anestesialatam.com: https://www.anestesialatam.com/masimo-w1-smartwatch-avance-innovador-en-monitoreo-de-spo2-y-pulso-para-anestesiologos/

Anestesialatam. (26 de agosto de 2024). *Diseños de Estudio de Investigación en Anestesiología: Definiciones y Ejemplos*. Anestesialatam.com: https://www.anestesialatam.com/disenos-de-estudio-de-investigacion-en-anestesiologia-definiciones-y-ejemplos/

Anestesialatam. (29 de abril de 2024). *Innovaciones en Anestesiología: sistema de administración de anestesia en asa cerrada para un control preciso de la hipnosis*. Anestesialatam: https://www.anestesialatam.com/

innovaciones-en-anestesiologia-sistema-de-administracion-de-anestesia-en-asa-cerrada-para-un-control-preciso-de-la-hipnosis/

Anestesialatam. (29 de enero de 2024). *MIMIC: Transformando la anestesiología y los cuidados intensivos a través de big data*. Anestesialatam.com: https://www.anestesialatam.com/mimic-transformando-la-anestesiologia-y-los-cuidados-intensivos-a-traves-de-big-data/

Anestesialatam. (16 de septiembre de 2024). *Modelos de Lenguaje y Anestesiología: Evaluación de ChatGPT en la Clasificación de Estado Físico de la ASA*. Anestesialatam.com: https://www.anestesialatam.com/modelos-de-lenguaje-y-anestesiologia-evaluacion-de-chatgpt-en-la-clasificacion-de-estado-fisico-de-la-asa/

Anestesialatam. (9 de septiembre de 2024). *Telemedicina en Anestesia Obstétrica: Estudio Revela el Impacto Positivo de la Aplicación Móvil C-Care en Pacientes de Cesárea*. Anestesialatam: https://www.anestesialatam.com/telemedicina-en-anestesia-obstetrica-estudio-revela-el-impacto-positivo-de-la-aplicacion-movil-c-care-en-pacientes-de-cesarea/

Anestesialatam.com. (30 de marzo de 2023). *Simulación en anestesia: una mirada a la tecnología detrás de los simuladores*. Anestesialatam.com: https://www.anestesialatam.com/simulacion-en-anestesia-una-mirada-a-la-tecnologia-detras-de-los-simuladores/

Anestesialatam.com. (8 de abril de 2024). *Revolucionando la valoración preoperatoria: Inteligencia Artificial en la predicción del riesgo perioperatorio*. Anestesialatam.com: https://www.anestesialatam.com/revolucionando-la-valoracion-preoperatoria-inteligencia-artificial-en-la-prediccion-del-riesgo-perioperatorio/

Angarita Navarro, E. C. (14 de mayo de 2024). *¿Puede la inteligencia artificial mejorar la seguridad en anestesia?* Revistainfoscare.com: https://revistainfoscare.com/actualidad/inteligencia-artificial-mejora-la-seguridad-en-anestesia/

Arévalo Gutiérrez, L. E. (2023). Aplicaciones Actuales de la Ultrasonografía en Anestesia. *Alerta, 6*(1), 61-69. https://doi.org/DOI: 10.5377/alerta.v6i1.15610

Asefarma. (7 de abril de 2021). *¿Qué son las interacciones farmacológicas?* Asefarma: https://www.asefarma.com/blog-farmacia/que-son-las-interacciones-farmacologicas

Asociación Entrerriana de Anestesiología, Analgesia y Reanimación. (18 de mayo de 2021). ***Comorbilidades y valoración preanestésica***. Anestesiaentrerios.org.a: https://www.anestesiaentrerios.org.ar/comorbilidades-y-valoracion-preanestesica/

Beltrán González, B. M. (2019). Redes de equipos de investigación en salud para la gestión participativa de los profesionales. ***Medicentro Electrónica, 23***(1), 44-48. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432019000100007&lng=es&nrm=iso>.

Bow Medical. (20 de marzo de 2024). ***¿Cómo la tecnología redefine los estándares de la anestesia moderna?*** Bow Medical: https://bowmedical.com/es/2024/03/20/como-la-tecnologia-redefine-la-anestesia-moderna/#:~:text=La%20simulación%20médica%20es%20una,nuevas%20técnicas%20de%20forma%20segura.

Buenaño Taboada, K. E. (2023). Responsabilidad médica-civil ante la omisión de información en la historia clínica. ***Religación, 8***(38), e2301105. https://doi.org/https://doi.org/10.46652/rgn.v8i38.1105

Campus Vygon. (18 de marzo de 2021). ***Avances y tendencias en anestesia locorregional pediátrica***. Campusvygon. com: https://campusvygon.com/es/tendencias-alr-pediatrica/

Cárdenas Alvear, M. E., Gutiérrez Romero, L. Á., & Florez Zulbaran, L. C. (2023). Avances y perspectivas de la Inteligencia Artificial (IA) en anestesiología: un análisis integral en medicina perioperatoria. ***RECIMUNDO, 7***(4), 308-321. https://doi.org/DOI:10.26820/recimundo/7.(4).oct.2023.308-321

Cardozo, N. (2024). Consentimiento informado: un garante del principio de autonomía. ***Salus, 28***(2), 30-34. http://servicio.bc.uc.edu.ve/fcs/vol28n2/art06.pdf

Carrera Pérez, G. E. (2021). La historia clínica y la responsabilidad civil en el Ecuador. ***Cienciamatria, 7***(3). https://doi.org/DOI 10.35381/cm.v7i3.587

Clínica Levante Rivas . (19 de Abril de 2024). ***Biomarcadores en el diagnóstico***. Clinicalevanterivas.com: https://clinicalevanterivas.com/biomarcadores-en-el-diagnostico/

Conexia. (13 de marzo de 2024). ***La gestión del riesgo en salud: su medición y el papel de la tecnología***. Conexia.com: https://conexia.com/blog/la-gestion-del-riesgo-en-salud-su-medicion-y-el-papel-de-la-tecnologia/

Cordero Escobar, I. &. (2020). La actividad investigativa en los residentes de Anestesiología y Reanimación. *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación, 19*(3), 1-12. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182020000300004&lng=es&nrm=iso>

Cortés Pérez, P. (30 de noviembre de 2022). *Colaboración y multidisciplinariedad enriquecen la investigación*. Uv.mx: https://www.uv.mx/prensa/ciencia/colaboracion-y-multidisciplinariedad-enriquecen-la-investigacion/

Dávila Cabo de Villa, E. R. (2023). Complejidades de la atención anestésica de urgencia en el anciano. *Medisur, 21*(5), 1072-1077. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000501072&lng=es&nrm=iso>.

de la Cajiga León, A. J. (2019). Cambios fisiológicos y consideraciones anestésicas en cirugía robótica no cardíaca. *Revista Mexicana de Anestesiología, 42*(1), 62-67. https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2019/cma191h.pdf

Díez del Vala, I., Loureiro González, C., Asensio Gallego, J. I., Larrañaga, C. B., Fernández, S. L., Eizaguirre Letamendia, E., . . . Gar, E. (2019). Cirugía mínimamente invasiva y robótica en el tratamiento quirúrgico de las neoplasias de la unión esofagogástrica. *Cirugía Española , 97*(8), 425-476 . https://doi.org/DOI: 10.1016/j.ciresp.2019.03.013

Diwan, S., Nairb, A., & Bhilare, P. &. (2022). Bloqueo Ecoguiado Bajo el Músculo Multífido para el Dolor Postoperatorio Tras Cirugía de Columna Lumbar: serie prospectiva de casos. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación, 69*(10), 617-710. https://doi.org/DOI: 10.1016/j.redar.2021.07.005

Editverse. (octubre de 2023). *Diez métodos de investigación innovadores para estudios 10-2024*. Editverse.com: https://www.editverse.com/es/10-métodos-de-investigación-innovadores-que-revolucionarán-tu-estudio-en-2024-2025/

El XVI Congreso de la Sociedad Española del Dolor (SED). (1 de junio de 2019). *Las nuevas técnicas de administración de medicamentos analgésicos permiten incrementar la eficacia de los tratamientos e incluso evitar múltiples inyecciones*. Sedolor.es: https://www.sedolor.es/el-impacto-de-la-nanotecnologia-en-el-tratamiento-del-dolor-menos-invasiva-para-el-paciente-y-con-una-mayor-eficacia-en-los-resultados/

Equipo Editorial El Hospital. (23 de febrero de 2023). *¿Qué es la telemedicina?* Elhospital.com: https://www.elhospital.com/es/noticias/que-es-la-telemedicina

Escobar Segura, M. d., Vélez Gavilánez, W. E., & Pincay Mendoza, J. C. (2020). Monitoreo hemodinámico no invasiva en anestesiología. *RECIMUNDO, 4*(3), 62-75. https://doi.org/DOI: 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.62-75

Federación Mundial de Sociedades de Anestesiólogos. (1 de noviembre de 2021). *Declaración de consenso global de los principios de anestesiología con sostenibilidad ambiental*. WFSA: https://resources.wfsahq.org/other-resource/wfsa-declaracion-de-consenso-global-de-los-principios-de-anestesiologia-con-sostenibilidad-ambiental/

Fernández Núñez, J. A., González González, A. M., Pajares Moncho, A., & Matoses Jaén, M. S. (12 de octubre de 2020). *Recomendaciones sobre el Consentimiento Informado en Anestesiología*. Sedar.es: https://www.sedar.es/images/images/site/consentimientos_informados/Recomendaciones_Consentimiento%20Inf_SEDAR_WEB_nov_2020.pdf

FK Inversiones. (14 de mayo de 2020). *El Impacto Transformador de la Tecnología en la Atención Médica*. FKinversiones.co: https://fkinversiones.co/the-principle-of-accounting-for-all-registers/

Flores García, C. M. (2024). *Colocación de Bloqueo del Plano Transverso del Abdomen Colocado por Ultrasonido para el Manejo del Dolor en los Pacientes Postoperado de Colecistectomía Laparoscópica.* Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Fundacion Pablo VI . (10 de noviembre de 2022). *20 años de la ley de autonomía del paciente y el consentimiento informado*. Fpablovi.org: https://www.fpablovi.org/articulos-bioetica/1618-20-anos-de-la-ley-de-autonomia-del-paciente-y-el-consentimiento-informado

García Domínguez, M. M., Lasierra Concellón, M., Campos Jiménez, Á., & Mur Irizar, M. &. (2024). Revisión bibliográfica sobre el manejo anestésico en cirugía robótica. *Revista Sanitaria de Investigación, 5*(2), 2660-7085. https://revistasanitariadeinvestigacion.com/revision-biblio

García, R. N. (2023). Prevalencia de fragilidad en cirugía electiva para personas mayores usuarios del Hospital de Clínicas. Análisis de la población quirúrgica de personas mayores del Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela” (marzo 2019-marzo 2020). *Revista Médica del Uruguay, 39*(1), e205. https://doi.org/https://doi.org/10.29193/rmu.39.1.6

Garduño López, A. L., Nájera Aranzábal, M. F., Pellecer González, L. C., Verdugo Velázquez, F. F., & Reyes Rojas, J. E. (2024). Viaje inmersivo: realidad virtual para la gestión del dolor y la enseñanza en anestesia regional guiada por. *Revista Mexicana de Anestesiología, 47*(4), 296-301. https://doi.org/https://dx.doi.org/10.35366/116240

González, G. A., Martínez, L. E., & Verdecía, L. J. (2024). Fomento de cultura investigativa universitaria a través de la gerencia estratégica de la investigación. *Revista De Ciencias Sociales, XXX*(9), 35-45. https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/42246/49067

Govern Illes Balears . (3 de mayo de 2022). *La Unidad de Dolor de Son Espases implanta una técnica pionera en Baleares para tratar el dolor producido por una hernia discal* . Caib.es: https://www.caib.es/pidip2front/jsp/es/ficha-convocatoria/strongla-unidad-de-dolor-de-son-e

Guadarrama Bustamante, V., Díaz Ponce Medrano, J. A., Buenfil Medina, J. C., Orozco Lara, J. C., Antonio Figueroa, V. M., Villeda Sandoval, C. I., & Villaseñor Santiago, V. H. (2021). Impacto de la anestesia intravenosa en cirugía robótica para paciente de alto riesgo sometido a cirugía oncológica de larga duración en el Centro Médico Naval. *Revista Mexicana de Anestesiología, 44*(3), 215-224. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0484-79032021000300215&lng=es&nrm=iso>

Guallar García, D. G. (2024). Revisión bibliográfica sobre el manejo anestésico del paciente con obesidad mórbida. *Revista Sanitaria de Investigación, 5*(1). https://doi.org/DOI: 10.34896/RSI.2024.52.95.001

Gutiérrez Mérida, D., & Villar García, J. &. (agosto de 2023). *Bloqueos nerviosos periféricos*. Zonahospitalaria.com : https://zonahospitalaria.com/bloqueos-nerviosos-

Guzmán Martínez, J. K. (2023). Anestésicos inhalados e intravenosos, su efecto sobre el estrés oxidativo generado por el acto anestésico-quirúrgico. *Revista Cubana de Medicina Militar, 52*(2), e02302397. htt://scielo.sld.cu

Hamed, E. H. (2023). Implicaciones de los diferentes modelos analgésicos en los marcadores inflamatorios tras colecistectomía laparoscópica. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación, 70*(8), 438-446. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.redar.2022.11.005

Henríquez, G. I. (2022). Huella de carbono, sustentabilidad y anestesia. Estamos empezando a aprender. *Revista Chilena de Anestesia, 54*(3), 273-280. https://doi.org/https://doi.org/10.25237/revchilanestv5115031730

Hernández Díaz, R. (2022). La cultura de la investigación en la sociedad de la información y la sociedad del conocimiento: Una herramienta para promover la actividad investigativa en estudiantes universitarios. *INVESTIGIUM, 8*(Especial), 84-88. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/investigium/article/download/98

Herr, M. M. (2023). Anestesia sostenible: limitar el residuo, maximizar la resistencia. *Fundación para la Seguridad del Paciente de Anestesia, 6*(3), 95-98. https://www.apsf.org/es/article/anestesia-sostenible-limitar-el-residuo-maximizar-la-resistencia/

HospiMedica. (7 de diciembre de 2022). *Nuevo sistema portátil de monitoreo de pacientes perfecciona el flujo de trabajo del médico para hacer seguimiento de las condiciones del paciente*. Hospimedica.es: https://www.hospimedica.es/cuidados-criticos/articles/294795614/nuevo-sistema-portatil-de-monitoreo-de-pacientes-perfecciona-el-flujo-de-trabajo-del-medico-para-hacer-seguimiento-de-las-condiciones-del-paciente.html

Hospital San Francisco Pucon . (abril de 2022). *Protocolo Evaluación Preanestésica*. Hospitalsanfranciscodepucon: https://www.hospitalsanfranciscodepucon.cl/wp-content/uploads/2022/07/GCL-1.1PROTOCOLO-DE-EVALUACION-PREANESTESICA-3°-edición.pdf

Huerta Rivas, F. V. (2022). *Eficacia en la Disminución de Dolor Postoperatorio del Bloqueo del Plano del Músculo Erector Espinal Guiado por Ultrasonido Versus Buprenorfina Intravenosa, en Pacientes Sometidos a Toracotomía.* Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Institut de Bioenginyeria de Cataluny . (2022). *¿Qué es… un biomarcador?* Planescomplementariossalud.es: https://planescomplementariossalud.es/que-es-un-biomarcador/

Instituto Aragones de Ciencias de la Salud . (3 de abril de 2023). *Biomarcadores clínicos*. Divulga.iacs.es: https://divulga.iacs.es/biomarcadores-clinicos/

Instituto de la Columna y Neurocirugía . (20 de mayo de 2024). *Bloqueo nervioso: concepto, procedimiento y resultados*. Newrospine.com.mx: https://www.newrospine.com.mx/bloqueo-nervioso/

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA). (22 de agosto de 2023). ***Desarrollan un nuevo sistema de liberación de fármacos para el alivio prolongado del dolor***. Inma.unizar-csic.es: https://inma.unizar-csic.es/desarrollan-un-nuevo-sistema-de-liberacion-de-farmacos-para-el-alivio-prolongado-del-dolor/

Iqbal, H., & Gray, M. &. (16 de septiembre de 2019). ***Anestesia para Cirugía Urológica Asistida por Robot***. Resources.wfsahq.org: https://resources.wfsahq.org/wp-content/uploads/408_spanish.pdf

Jiménez, A. P. (octubre de 2023). ***Anestesia en el paciente anciano. Parte I***. Zonahospitalaria.com: https://zonahospitalaria.com/anestesia-en-el-paciente-anciano-parte-i/

La Universidad en Internet . (9 de diciembre de 2022). ***Los principales tipos de investigación médica***. Unir.net: https://www.unir.net/revista/salud/tipos-investigacion-medica/

Labrada Despaigne, A. (2022). La simulación en anestesia, una herramienta útil con escaso uso. ***Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación, 21***(3), 1-3. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182022000300007&lng=es&nrm=iso>

Larrad Arcediano, E. M. (2024). Farmacogenómica. ***Revista Ocronos, 7***(9), 952. https://revistamedica.com/farmacogenomica-estudios-analisis/

Lepesqueur Salleg, L. C. (2022). ***Consideraciones Anestésicas en Cirugía Laparoscópica Asistida por Robot.*** Universidad del Sinu Seccional Cartagena. http://repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/418/1/CONSIDERACIONES%20ANESTÉSICAS%20EN%20CIRUGÍA%20LAPAROSCÓPICA%20%20ASISTIDA%20POR%20ROBOT.pdf

Lepesqueur Salleg, L. J. (2020). ***Consideraciones Anestésicas en Cirugía Laparoscópica Asistida por Robot.*** Universidad del Sinu .

Lizón, F. C. (5 de mayo de 2024). ***Epidurolisis. Una solución para la cirugía fallida de columna y la hernia discal***. Infoespalda.es: https://www.infoespalda.es/epidurolisis-una-solucion-para-la-cirugia-fallida-de-columna-y-la-hernia-discal#:~:text=La%20epidurolisis%20consiste%20en%20introducir,las%20adherencias%20y%20la%20fibrosis.

Lynch, S. S. (julio de 2022). *Interacciones farmacológicas*. Msdmanuals.com: https://www.msdmanuals.com/es/professional/farmacología-clínica/factores-que-afectan-la-respuesta-a-los-fármacos/interacciones-farmacológicas

M3 Pulse. (28 de marzo de 2023). *La importancia de los dispositivos portátiles en el cuidado de la salud*. M3globalresearch.blog: https://m3globalresearch.blog/es/2023/03/28/the-importance-of-wearable-technology-in-healthcare/

Madrid Díaz, G. A. (2019). *Impacto de la Lidocaína Endovenosa en el Manejo del Dolor Postoperatorio de Prostatectomía Radical por Cirugía Robótica en el Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá de 2017 a 2018.* Universidad del Rosario. https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/11e3d4cd-48a5-4c0d-9e34-516b67b2d863/content

Mansilla Cordeiro, E. J. (2020). Herramientas de telesalud para el seguimiento posoperatorio de enfermería en servicios de cirugía mayor ambulatoria. *Revista Cubana de Enfermería, 36*(3), 1-12. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192020000300018&lng=es&nrm=iso>.

Martínez de los Santos, C. A., Escudero Guitérrez, F., Hernández Morales, F., Garza Santos, A., & Reyes Gutiérrez, A. &. (2024). Inteligencia Artificial y la anestesia del futuro. *Revista Chilena de Anestesia , 53*(3), 206-213. https://doi.org/DOI.org/10.25237/revchilanestv53n3-02

Martínez Molina, J. A. (18 de mayo de 2023). *¿Sufres de dolor crónico? Descubre cómo los bloqueos nerviosos pueden ayudarte*. Topdoctors.es: https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/sufres-de-dolor-cronico-descubre-como-los-bloqueos-nerviosos-pueden-ayudarte

Martínez, D., Ojeda Niño, A., Zamarron López, E. I., Olivare -Reséndiz, R., Díaz Martínez, M. A., Deloya Tomás, E., . . . Torres-Prado, D. E. (2023). Analgesia multimodal en el paciente crítico. *Revista Chilena de Anestesia, 52*(2), 177-192. https://doi.org/https://doi.org/10.25237/revchilanestv5223121124

Mayo Clinic. (13 de abril de 2024). *Cirugía robótica*. Mayoclinic.org: https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/robotic-surgery/about/pac-20394974

Medicover Hospitals. (5 de agosto de 2024). *Gestión de riesgos de la anestesia en los hospitales Medicover de Begumpet*. Medicoverhospitals.in: https://www.medicoverhospitals.in/es/articles/anesthesia-risk-management-begumpet

Medline Plus. (13 de junio de 2022). *¿Qué es la farmacogenómica?* Medlineplus.gov: https://medlineplus.gov/spanish/genetica/entender/investigaciongenomica/farmacogenomica/

Menéndez Aponte, S. M. (2023). El metaverso y la educación en anestesiología. *Revista Chilena de Anestesia, 52*(3), 262-266. https://doi.org/https://doi.org/10.25237/revchilanestv5220031544

Menéndez Aponte, S. M. (2023). El metaverso y la educación en anestesiología. *Revista Chilena de Anestesia, 52*(3), 262-266. https://doi.org/DOI: 10.25237/revchilanestv5220031544

Molina Gutiérrez, T. d., & Mejías de Parra, T. &. (2024). La cultura de investigación y el contexto de acción del investigador. *CIENCIAMATRIA, 10*(18), 62-88. https://doi.org/DOI 10.35381/cm.v10i18.1234

Molina, M. (23 de febrero de 2023). *Aprendizaje automático.* Anestesiar.org: https://anestesiar.org/2023/sayonara-baby-aprendizaje-automatico/

Moncayo Zambrano, K. L., & Salazar Parraga, J. L. (2024). Anestesia Intravenosa Total (TIVA). *RECIAMUC, 8*(1), 927-934. https://doi.org/DOI: 10.26820/reciamuc/8.(1).ene.2024.927-934

Morales Conde, S. A. (2019). Abordaje mínimamente invasivo y aplicación de las nuevas tecnologías en cirugía bariática y metabólica. *Cirugía Andaluza, 30*(4), 494-500. https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/download/56487/41

Morales, C. (2024). *Innovación en los tratamientos para la hernia discal sin cirugía*. Doctorcarlosmorales.com: https://doctorcarlosmorales.com/blog/nuevas-tecnicas-tratamiento-hernia-discal-sin-cirugia/

Mukherjee, G. (29 de octubre de 2024). *¿Pueden los dispositivos portátiles ayudar a la recuperación después de una cirugía de cáncer de pulmón?* Univadis.es: https://www.univadis.es/viewarticle/pueden-los-dispositivos-port%25C3%25A1tiles-ayudar-2024a1000jfz?uuid=5cfe65b4-dba9-4442-9e78-b015dea5dba1

National Human Genome Research Institute . (14 de octubre de 2024). ***Genómica*** . Genome.gov: https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Genomica

Núñez-Mendoza, J. R. (2019). Intervencionismo Guiado por Ultrasonido para Extremidad Superior en Dolor Postoperatorio. ***Revista Mexicana de Anestesiología, 42***(3), 235. https://www.scielo.org.mx/pdf/rma/v42n3/0484-7903-rma-42-03-235.pdf

Nysora. (2024). ***Promoción de la seguridad del paciente en anestesia regional: presentación de SAFIRA***. Nysora.com: https://www.nysora.com/es/industria/promoviendo-la-seguridad-del-paciente-en-anestesia-regional-presentando-safira/

Olvera Martínez, R., & Loredo García, N. G. (2022). Sedación en paciente con superobesidad: reporte de caso. ***Cirugía y cirujanos, 89***(1), 49-53. https://doi.org/https://doi.org/10.24875/ciru.20001100

Pérez Piedra, M. J. (2023). Manejo del Dolor en el Postoperatorio. ***Revista Médica Sinergia, 8***(9), e1101. https://doi.org/https://doi.org/10.31434/rms.v8i9.1101

Procomer. (27 de enero de 2020). ***FDA publicó dos guías sobre estudios de interacciones farmacológicas***. Procomer.com: https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/fda-publico-dos-guias-sobre-estudios-de-interacciones-farmacologicas/

Quispe, I., Guentelicán, C., Herrero, S., Estrada, R., Inostroza, S., Henríquez, G., . . . Rubilar, F. &. (2022). 5R y Sustentabilidad hospitalaria: Nuestro aporte en la emergencia climática. Parte II. Repensar e investigar. ***Revista Chilena de Anestesia, 51***(1), 17-21. https://doi.org/https://doi.org/10.25237/revchilanestv5127121130

Radiologyinfo.org. (1 de junio de 2022). ***Bloqueos de nervios***. Radiologyinfo.org: https://www.radiologyinfo.org/es/info/nerveblock

Reservo. (17 de agostp de 2021). ***¿Cuál es la diferencia entre telesalud y telemedicina?*** Reservo.cl: https://reservo.cl/blog/cual-es-la-diferencia-entre-telesalud-y-telemedicina/

Rodríguez Borreguero, B. (2021). ***Diseño de un Modelo de Paciente Virtual en Anestesia General.*** Universidad Politécnica de Madrid .

Rodríguez Duque, R., Gómez Leyva, B., & Rodríguez Moldón, Y. &. (2019). Las reacciones adversas como causa de hospitalización. ***Correo Científico***

Médico, 23(1), 223-244. : <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812019000100223&lng=es&nrm=iso>.

Roman Acosta, D. &. (2023). Del conocimiento individual a la sinergia colectiva: potenciando la colaboración en las redes de investigación. *Estrategia y Gestión Universitaria, 11*(2), 221-251. https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.10085278

Rubio Machuca, J. M., Martínez Gutiérrez, J. A., & Riofrio Andaluz, E. S. (2023). Avances y perspectivas de la cirugía robótica: explorando las fronteras de la innovación en el campo quirúrgico. *RECIMUNDO, 7*(1), 697-705. https://doi.org/DOI: 10.26820/recimundo/7.(1).enero.2023.697-705

Sabater Tobella, J. (9 de julio de 2020). *Farmacogenética en anestesia y postoperatorio*. Eugenomic.com: https://eugenomic.com/recursos/blog/farmacogenetica-en-anestesia-y-postoperatorio/

Salusplay. (2024). *Anestesia Regional* . Salusplay: https://www.salusplay.com/apuntes/quirofano-y-anestesia/tema-4-anestesia-regional

Salusplay. (2024). *Introducción a la Investigación en Red*. Salusplay.com: https://www.salusplay.com/apuntes/apuntes-de-salud-digital/tema-1-introduccion-a-la-investigacion-en-red

Sánchez Poveda, P. (2023). *Usos y aplicaciones de los biomateriales cerámicos como biomateriales.* Universidad Politécnica de Cartagena.

Sánchez Quirós, B. (11 de marzo de 2019). *Actualización en el manejo anestésico del paciente obeso. ¿Lo sabemos todo?* Anestesiar.org: https://anestesiar.org/2019/actualizacion-en-el-manejo-anestesico-del-paciente-obeso-lo-sabemos-todo/

Santé, L. (10 de julio de 2023). *La 'anestesia robótica' da respuesta a los requisitos de las nuevas técnicas quirúrgicas*. Diariomedico.com: https://www.diariomedico.com/medicina/urologia/exposicion-bisfenole

Santillan Vera, K. X., Vela Usca, J. P., Infante Quindez, R. M., Vera Jara, C. A., Flores Uribe, K. B., Barreto Jimenez, M. F., . . . Macias Montoya. (2024). ¿Es la Anestesia Intravenosa Total (TIVA) la Opción Ideal? Ventajas y Desventajas. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, 6*(4), 2141-2150. https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n4p2141-2150

Santín Figueroa, L. A. (2024). Agentes Anestésicos Inhalados: Revisión de usos y complicaciones durante la cirugía. *Revista Electrónica de PortalesMe-*

dicos.com, XIX(16), 644. https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/agentes-anestesicos-inhalados-revision-de-usos-y-complicaciones-durante-la-cirugia/

Smith Marsh, D. E. (marzo de 2023). *Reacciones adversas a los fármacos*. Msdmanuals.com: https://www.msdmanuals.com/es/professional/farmacología-clínica/reacciones-adversas-a-los-fármacos/reacciones-adversas-a-los-fármacos?ruleredirectid=760

Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. (26 de agosto de 2024). *Reacciones adversas*. Sefh.es: https://www.sefh.es/escuela-de-pacientes-conoce-tus-medicamentos-detalle.php?mdl=4&tm=51

Suárez Villacís, M. C. (2022). La Ecografía como Técnica de Soporte en la Anestesia. *RECIMUNDO, 6*(2), 222-230. https://doi.org/DOI: 10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.222-230

Tejeiro Duque, O. A. (30 de octibre de 2024). *Es deber del anestesiólogo estar pendiente del paciente de principio a fin del procedimiento*. Ambitojuridico.com: https://www.ambitojuridico.com/noticias/civil/civil-y-familia/es-deber-del-anestesiologo-estar-pendiente-del-paciente-de-principio

The Conversation . (23 de octubre de 2022). *Nuevos analgésicos: ¿es posible acabar con el dolor sin efectos adversos?* Theconversation.com: https://theconversation.com/nuevos-analgesicos-es-posible-acabar-con-el-dolor-sin-efectos-adversos-192126

Torales, J. &. (2023). Diseño de investigaciones: algoritmo de clasificación y características esenciales. *Medicina clínica y social, 7*(3), 2521-2281. https://doi.org/https://doi.org/10.52379/mcs.v7i3.349

Universidad Autónoma del Caribe. (2024). *Redes de Investigación*. Biblioteca.uac.edu.co: https://biblioteca.uac.edu.co/herramientas-digitales/bibliotecas-digitales/item/17-redes-de-investigacion

Universidad Católica de Córdoba . (1 de noviembre de 2023). *Formación profesional en anestesiología, con tecnología de punta importada desde Noruega*. Ucc.edu.ar: https://www.ucc.edu.ar/notas/formacion-profesional-anestesiologia-tecnologia-punta-noruega

Universidad Europea . (12 de febrero de 2024). *Aplicaciones de los biomateriales*. Universidadeuropea.com: https://universidadeuropea.com/blog/que-son-biomateriales/

Universidad Europea . (17 de enero de 2024). *Genómica, los secretos del ADN y sus aplicaciones*. Universidadeuropea.com : https://universidadeuropea.com/blog/que-es-genomica/

Universidades.APP. (28 de abril de 2024). *El futuro de la anestesiología en México: tecnología y especialización*. Universidades.APP: https://universidades.app/blog/salud-y-bienestar/el-futuro-de-la-anestesiologia-en-mexico-tecnologia-y-especializacion

Universidades.app. (1 de enero de 2024). *Los avances tecnológicos en la anestesiología: beneficios y riesgos*. Universidades.app: https://universidades.app/blog/salud-y-bienestar/los-avances-tecnologicos-en-la-anestesiologia-beneficios-y-

Urarte, E. (24 de enero de 2023). *La importancia de los biomarcadores en el desarrollo de fármacos*. Share4rare.org: https://www.share4rare.org/es/news/la-importancia-de-los-biomarcadores-en-el-desarrollo-de-farmacos

Uvirtual . (27 de enero de 2024). *Avances y tendencias en anestesia regional para el 2024*. Uvirtual.org: https://blog.uvirtual.org/avances-y-tendencias-en-anestesia-regional-para-el-2024

Vega Orozco, M. R., Oliveros Rey, L. F., & Tafur Currea, S. J. (2024). Manejo Anestésico en Pacientes con Comorbilidades Complejas: Estrategias Efectivas y Resultados Postoperatorios. *Ciencia Latina, 8*(3), 10113-10131. https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12144

Vera Carrasco, O. (2022). La Responsabilidad y la Mala Praxis del Profesional Médico. *Revista Médica La Paz, 28*(2), 60-65. Revista Médica La Paz: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582022000200060&lng=es&nrm=iso>.

WebMD Editorial Contributor. (21 de abril de 2022). *El manejo del dolor: una descripción general del tratamiento*. Webmd.com: https://www.webmd.com/es/pain-management/descripcion-general-del-tratamiento-del-dolor

Wielandt N, A. M., & Moreno C, M. &. (2022). Uso de la farmacogenética como herramienta de precisión en psiquiatría: hacia una medicina personalizada. *Revista Médica Clínica Las Condes, 33*(2), 163-173. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.03.007

Zaera, L. (12 de mayo de 2021). *Consentimiento informado en Anestesia, un deber y un derecho*. Anestesiar.org: https://anestesiar.org/2021/consentimiento-informado-en-anestesia-un-deber-y-un-derecho/

ANESTESIOLOGÍA

"Nuevos Horizontes para el Siglo XXI"

Publicado en Ecuador
Enero 2025

Edición realizada desde el mes de octubre del 2024 hasta enero del año 2025, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito.

Quito – Ecuador

Tiraje 30, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman.
Portada: Collage de figuras representadas y citadas en el libro.