

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

PROTOCOLO PARA ESCOGENCIA DE HIPNOSEDANTE EN PACIENTE
GERIÁTRICO QUE REQUIERE VENTILACIÓN MECÁNICA POSTOPERATORIA

Trabajo Final de Graduación sometido a la consideración del Comité de la
Especialidad en Anestesiología y Recuperación para optar por el grado y título
de Especialista en Anestesiología y Recuperación

JOHNNY ALEJANDRO VARGAS MORALES

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2025

AGRADECIMIENTOS

Llegado este momento tan especial en mi vida académica, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido pilares fundamentales en el camino hacia la culminación de mi trabajo final de graduación.

En primer lugar, a mis padres, por su amor incondicional y el apoyo constante que me brindan día tras día. Ellos siempre han creído en mis convicciones, respetando mis decisiones y motivándome a seguir adelante, incluso cuando los desafíos parecían insuperables. Sin su confianza y ejemplo, este logro no habría sido posible.

Extiendo mi gratitud a todos mis maestros, quienes a lo largo de mi vida y en esta etapa de residencia, han compartido no solo sus conocimientos, sino también sus valores y dedicación. Su vocación y guía han sido fundamentales para formar al profesional y a la persona que hoy soy. Sin lugar a duda, su entrega y paciencia han sido clave en cada paso de este recorrido.

No puedo dejar de mencionar a mis compañeros de residencia, quienes, cada uno desde su manera de ser, han sabido motivarme a ser mejor y a seguir avanzando incluso en los momentos de adversidad. Sus actitudes, a veces sin darse cuenta, han sido fuente de aprendizaje y fortaleza para continuar superándome.

A todos, gracias de corazón por ser parte de este viaje y por hacer posible este sueño. Este logro es también suyo.

HOJA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ ASESOR

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad en Anestesiología y Recuperación del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Anestesiología y Recuperación

**ALEJANDRO
HIDALGO
DELFINO (FIRMA)** Digitally signed by
ALEJANDRO HIDALGO
DELFINO (FIRMA)
Date: 2026.04.08 11:21:11
-06'00'

Dr. Alejandro Hidalgo Delfino

Coordinador de la Especialidad de Anestesiología y Recuperación

**ESTEBAN JOSE
SOTO RAMIREZ
(FIRMA)** Firmado digitalmente
por ESTEBAN JOSE SOTO
RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2026.04.06
20:27:19 -07'00'

Dr. Esteban Soto Ramírez

Tutor

**JOSE ARMANDO
MENDEZ
VILLALOBOS
(FIRMA)** Firmado digitalmente
por JOSE ARMANDO
MENDEZ VILLALOBOS
(FIRMA)
Fecha: 2026.04.07
16:08:39 -06'00'

Dr. Armando Méndez Villalobos

Lector

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 15 de diciembre de 2025

Señores(as)
Programa de Posgrado en Especialidades Médicas
Sistema de Estudios de Posgrado
Universidad de Costa Rica

Estimados señores(as):

Yo, María Fernanda Sanabria Coto, cédula de identidad 114290780, filóloga española graduada en la Universidad de Costa Rica, perteneciente a la Asociación Costarricense de Filólogos (ACFIL), carné 225 y al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica (COLYPRO), código 75402, hago constar que he revisado el documento titulado:

PROTOCOLO PARA ESCOGENCIA DE HIPNOSEDANTE EN PACIENTE GERIÁTRICO QUE REQUIERE VENTILACIÓN MECÁNICA POSTOPERATORIA

Dicho documento fue elaborado por Johnny Alejandro Vargas Morales, cédula de identidad 115200457, con el fin de optar al grado de Especialista en Anestesiología y Recuperación. He revisado y corregido aspectos tales como construcción de párrafos, vicios del lenguaje trasladados a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico.

Atentamente,

Fernanda S. Coto



MARIA
FERNANDA
SANABRIA
COTO (FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIA FERNANDA SANABRIA COTO (FIRMA)
Nombre de reconocimiento (DN):
serialNumber=CPF-01-1429-0780,
sn=SANABRIA COTO,
givenName=MARIA FERNANDA,
c=CR, o=PERSONA FISICA,
ou=CIUDADANO, cn=MARIA FERNANDA SANABRIA COTO (FIRMA)
Motivo: Revisión filológica
Ubicación: Costa Rica
Fecha: 2025.12.15 15:20:53 -06'00'

María Fernanda Sanabria Coto
Filóloga
Cédula de identidad 1-1429-0780
Colypro. Código 75402
Asociación Costarricense de Filólogos. Carné nro. 225
fernanda.sanabria@filologos.cr
Teléfono: +506 6022 9569

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	ii
HOJA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ ASESOR	iii
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA	iv
TABLA DE CONTENIDO.....	v
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Pregunta de investigación	2
1.3. Objetivo general	2
1.4. Metodología	3
1.5. Hipótesis	3
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS DEL PACIENTE GERIÁTRICO EN EL CONTEXTO PERIOPERATORIO	4
2.1. Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento	4
2.1.1. Cambios cardiovasculares	4
2.1.2 Cambios respiratorios asociados al envejecimiento	5
2.1.2.1. Cambios anatómicos	5
2.1.2.2. Cambios funcionales	5
2.1.2.3. Implicaciones clínicas perioperatorias.....	6
2.1.3. Cambios en el sistema nervioso central	6

2.1.3.1. Implicaciones clínicas perioperatorias.....	7
2.1.4. Cambios hepáticos.....	7
2.1.4.1. Implicaciones clínicas perioperatorias.....	7
2.1.5. Cambios renales	8
2.1.5.1. Implicaciones clínicas perioperatorias.....	8
2.1.6. Cambios gastrointestinales.....	8
2.1.6.1. Implicaciones clínicas perioperatorias.....	8
2.1.7. Cambios endocrinológicos	9
2.1.7.1. Implicaciones clínicas perioperatorias.....	9
2.1.8. Cambios en el sistema muscular.....	10
2.1.8.1. Implicaciones clínicas perioperatorias.....	10
2.2. Fragilidad, comorbilidades y su implicación en el manejo anestésico.....	11
2.2.1. Asociación de fragilidad con delirium y deterioro cognitivo	11
2.2.2. Impacto de las comorbilidades en la reserva orgánica.....	12
2.2.3. Impacto de la fragilidad en la reserva orgánica.....	14
2.2.4. Impacto de severidad de la enfermedad en la reserva orgánica.....	15
2.2.5. Impresiones de la evidencia actual.....	16
CAPÍTULO III. HIPNOSEDANTES INTRAVENOSOS EN LA PRÁCTICA CLÍNICA.....	17
3.1. Mecanismos de acción y neurotropismo.....	17
3.1.1. Propofol	17
3.1.2. Midazolam	18
3.1.3. Dexmedetomidina	19
3.2. Farmacocinética y farmacodinámica en el paciente geriátrico.....	21

3.2.1. Volumen de distribución (Vd)	21
3.2.2. Aclaramiento y metabolismo	21
3.2.3. Semivida de eliminación ($t_{1/2}$) y tiempo sensible al contexto	22
3.2.4. Sensibilidad farmacodinámica	22
3.3. Efectos clínicos deseados y eventos adversos: infusiones continuas versus bolos	23
3.3.1. Propofol	23
3.3.2. Midazolam	24
3.3.3. Dexmedetomidina	24
3.4. Consideraciones especiales	24
3.4.1. Propofol	24
3.4.2. Midazolam	25
3.4.3. Dexmedetomidina	25
CAPÍTULO IV. DELIRIUM POSTOPERATORIO. 4.1. Delirio postoperatorio: diagnóstico, mecanismos, herramientas, riesgos	27
desenlaces	27
4.1.1. Delirium postoperatorio	27
4.1.2. Fisiopatología	27
4.1.3. Diagnóstico en UCI	28
4.1.4. Factores de riesgo	29
4.1.5. Consecuencias	30
4.2. Ventilación mecánica postoperatoria en geriatría	31
4.3. Recomendaciones para la deshabitación de la ventilación mecánica en pacientes geriátricos y predictores de extubación fallida	32
4.3.1. Valoración clínica	33

4.3.2. Valoración mediante mediciones objetivas	33
4.3.3. Factores de riesgo para reintubación	34
4.3.4. Prevención de la falla ventilatoria postextubación	36
CAPÍTULO V. MONITOREO DE SEDACIÓN EN GERIATRÍA	37
5.1. Escalas clínicas de sedación	38
5.1.1. Richmond Agitation–Sedation Scale (RASS)	38
5.1.2 Sedation–Agitation Scale (SAS)	38
5.1.3. Consideraciones en geriatría.....	40
5.2. Índices basados en EEG procesado en el paciente geriátrico	40
5.2.1. Monitoreo objetivo: Electroencefalograma procesado y espectrograma.....	41
5.2.2. Fenómeno de supresión-estallido	41
5.2.3. De la transformada de Fourier a la neuroprotección: ¿qué dice la evidencia?	42
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN CLÍNICA Y EL CONCEPTO DE PROTOCOLO DE SEDACIÓN HIPNÓTICA.....	44
6.1. Terapias no farmacológicas	47
6.2. Analgesia no opiode	47
6.3. Opioides de primera línea.....	47
6.3.1. Opioides de rescate y situaciones especiales	48
6.4. Sedación complementaria y racional.....	49
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54
APÉNDICE. Algoritmo de manejo en paciente geriátrico que requiere ventilación mecánica postoperatoria	61
ANEXO. Licencia de publicación	62

RESUMEN

El envejecimiento acelerado de la población ha incrementado de forma significativa el número de pacientes geriátricos que requieren procedimientos quirúrgicos complejos y, en muchos casos, ventilación mecánica postoperatoria en la Unidad de Recuperación Post Anestésica (URPA) o en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Este escenario representa un desafío clínico relevante para el anestesiólogo, particularmente en la selección del hipnosedante más adecuado, considerando la disminución de la reserva fisiológica, los cambios farmacocinéticos y farmacodinámicos, así como el alto riesgo de *delirium*.

A partir de lo anterior, el objetivo de este Trabajo Final de Graduación es diseñar un protocolo basado en evidencia para la selección del hipnosedante óptimo en pacientes geriátricos sometidos a ventilación mecánica postoperatoria, evaluando el impacto del propofol, midazolam y dexmedetomidina sobre la incidencia de *delirium*, la estabilidad hemodinámica, la duración de la ventilación mecánica y la morbimortalidad asociada.

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática de la literatura publicada en los últimos 10 años en las bases de datos PubMed, Embase y Cochrane Library. Asimismo, se analizaron escalas clínicas de sedación y herramientas de monitoreo neurológico objetivo, así como instrumentos validados para la detección de *delirium* en el paciente crítico.

La evidencia disponible sugiere que la elección del hipnosedante influye de manera significativa en los desenlaces clínicos del paciente geriátrico. La dexmedetomidina se asocia con menor incidencia de *delirium* y menor duración de la ventilación mecánica, mientras que el propofol ofrece ventajas en la titulación y recuperación, a expensas de un mayor riesgo de inestabilidad hemodinámica. El midazolam se relaciona con sedación prolongada y mayor riesgo de *delirium*, especialmente cuando se utiliza en infusión continua.

Se concluye que la implementación de un protocolo de sedación individualizado, apoyado en monitoreo clínico y neurológico continuo, permite optimizar la seguridad y los resultados clínicos en esta población vulnerable.

Palabras clave: paciente geriátrico, sedación, ventilación mecánica, *delirium*, anestesia.

ABSTRACT

The accelerated aging of the population has led to a significant increase in the number of geriatric patients undergoing complex surgical procedures, frequently requiring postoperative mechanical ventilation in the Post-Anesthesia Care Unit (PACU) or Intensive Care Unit (ICU). This scenario poses a relevant clinical challenge for anesthesiologists, particularly regarding the selection of the most appropriate hypnotic-sedative agent, considering reduced physiological reserve, altered pharmacokinetics and pharmacodynamics, and the high risk of delirium.

The objective of this Final Graduation Project is to design an evidence-based protocol for the selection of the optimal hypnotic-sedative agent in mechanically ventilated geriatric postoperative patients, assessing the impact of propofol, midazolam, and dexmedetomidine on delirium incidence, hemodynamic stability, duration of mechanical ventilation, and associated morbidity and mortality.

A systematic literature review of studies published within the last ten years was conducted using PubMed, Embase, and the Cochrane Library. Clinical sedation scales, objective neurological monitoring tools, and validated delirium screening instruments were also reviewed.

Available evidence indicates that hypnotic-sedative choice significantly affects clinical outcomes in critically ill geriatric patients. Dexmedetomidine is associated with lower delirium incidence and shorter mechanical ventilation duration, whereas propofol allows rapid titration and recovery, with a higher risk of hemodynamic instability. Midazolam is linked to prolonged sedation and increased delirium risk, particularly with continuous infusion.

The implementation of an individualized, protocol-driven sedation strategy supported by continuous clinical and neurological monitoring may improve safety and outcomes in this vulnerable population.

Keywords: geriatric patient, sedation, mechanical ventilation, delirium, anesthesia.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Prevalencia de condiciones clínicas según los índices de fragilidad modificados (mFI-5 y mFI-11)	15
Tabla 2. Mecanismo, dosis recomendadas y neurotropismo	20
Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas, Log P y Relevancia Clínica.	21
Tabla 4. Columna comparativa de escala RASS y SAS	39
Tabla 5. Recomendaciones según guía PADIS y ABCDEF del SCCM para manejo de analgesia No Opioide	46
Tabla 6. Opioides usuales en paciente crítico geriátrico.	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Índice de Comorbilidad de Charlson (CCI).	13
Figura 2. Posibles causas del fracaso en la extubación en paciente críticamente enfermo.	37
Figura 3. Estrategia ABCDEF	45
Figura 4. Escalera Analgésica basada en la Estrategia ABCDEF (SCCM)	46

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La población mundial está envejeciendo a un ritmo acelerado. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1), entre 2015 y 2050, la proporción de personas mayores de 60 años casi se duplicará, pasando del 12 % al 22 % de la población mundial. Esta transición demográfica transforma la pirámide poblacional en una forma más rectangular o incluso invertida, con mayor peso relativo en los grupos de edad avanzada.

En Costa Rica, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) estima que, para 2050, una de cada cuatro personas será mayor de 60 años (2). Este fenómeno impone desafíos significativos para el sistema de salud, que debe prepararse para una mayor demanda de servicios médicos especializados, hospitalizaciones prolongadas y cuidados críticos.

El envejecimiento poblacional no es solo un dato estadístico: en el quirófano y UCI se vuelve un reto clínico directo. Donde los anestesiólogos enfrentan la fisiología del paciente geriátrico, que implica respuestas distintas a los fármacos, menos reserva funcional y mayor riesgo de complicaciones perioperatorias.

1.1. Justificación

La pirámide poblacional mundial, según la Organización de las Naciones Unidas y, en concordancia con los datos globales, el Instituto Nacional de Estadística y Censo, confirma la evidencia de que la población actual está más envejecida y que la esperanza de vida continua aumentando; este contexto ha traído nuevos y cada vez más frecuentes retos con pacientes geriátricos portadores de patologías crónicas que, en un porcentaje no despreciable de los casos, requieren intervenciones de emergencia y que pueden culminar con la necesidad de soporte ventilatorio y hemodinámico.

En este *continuum* de enfermedad que requiere intervención quirúrgica aguda hasta un paciente que requiere ventilación mecánica y posiblemente una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), los anestesiólogos forman parte del manejo y, sin duda, pueden impactar en el desenlace de los eventos.

Ahora bien, en un mundo que no es ideal y en sistemas de salud cada vez más sobrecargados de pacientes que requieren UCI, en muchas ocasiones, sin la posibilidad de una cama para que sean atendidos en estas unidades, los personeros de Anestesia y Recuperación hallan la obligación de mantener el soporte ventilatorio en la Unidad de Recuperación Post Anestésica (URPA), así como ser los encargados de escoger los agentes para la hipnosedación garantizando así la comodidad, amnesia y analgesia necesarias, a fin de que el paciente se acople a los ventiladores mecánicos de la mejor manera posible.

A partir del contexto anterior y otros paradigmas que se encuentran en este tema, nace la idea de esta tesis: la población geriátrica requiere una atención especial a la hora de considerar los cambios fisiológicos previos a la anestesia general y obliga a tomar mayor cuidado aún en las elecciones terapéuticas postoperatorias. Por lo tanto, lo que se propone es una revisión de la evidencia actual sobre el impacto en la morbilidad, la estancia hospitalaria, *delirium* y otros efectos adversos que se han asociado a los agentes usados en la sedación, más aún si esta se prolongará, con la meta de optimizar el manejo del paciente geriátrico que se convierte en paciente crítico.

1.2. Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto del hipnosedante utilizado (propofol, midazolam o dexmedetomidina) en la incidencia de delirio, estabilidad hemodinámica y duración de la ventilación mecánica en pacientes geriátricos postoperatorios en la URPA o UCI y cómo influye en su morbilidad?

1.3. Objetivo general

Diseñar un protocolo basado en evidencia para la selección del hipnosedante óptimo en pacientes geriátricos sometidos a ventilación mecánica postoperatoria en la URPA o UCI, evaluando el impacto de propofol, midazolam y dexmedetomidina sobre la incidencia de delirio, la estabilidad hemodinámica, la duración de la ventilación mecánica y la morbilidad, con el fin de optimizar la seguridad y eficacia del manejo postanestésico en esta población vulnerable.

1.4. Metodología

Este trabajo final de graduación se desarrolla bajo la modalidad de revisión bibliográfica, enfocada en la evaluación comparativa del uso de midazolam, propofol y dexmedetomidina en pacientes geriátricos (≥ 60 años) sometidos a ventilación mecánica en el contexto postoperatorio en la URPA o UCI.

Se realiza una búsqueda sistematizada de literatura científica en las siguientes bases de datos: PubMed, Embase y Cochrane Library. Solo se incluyeron artículos publicados en los últimos 10 años, con el fin de garantizar la actualidad y relevancia del contenido. Además, se excluyen aquellos estudios que involucren población pediátrica o adultos menores de 60 años, así como aquellos que no se relacionen con sedación postoperatoria en el entorno de cuidados intensivos o recuperación anestésica.

Además, se revisa la utilidad de escalas clásicas de sedación, así como herramientas de monitoreo objetivo como el EEG procesado (BIS) y el espectrograma, con el fin de valorar su papel en la evaluación del nivel de sedación continua y su relación con desenlaces clínicos.

Se trata también el tópico de escalas objetivas para la detección de delirio postoperatorio, evaluando su practicidad en la valoración del paciente en este contexto. Los artículos seleccionados se analizaron cualitativamente, identificando efectos clínicos relevantes sobre:

- Incidencia de delirio postoperatorio
- Estabilidad hemodinámica
- Duración de la ventilación mecánica
- Morbimortalidad asociada

1.5. Hipótesis

La elección del hipnosedante podría influir significativamente en los desenlaces clínicos de pacientes geriátricos sometidos a ventilación mecánica postoperatoria, incluyendo la incidencia de delirio, estabilidad hemodinámica, duración de la ventilación mecánica y morbilidad.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS DEL PACIENTE GERIÁTRICO EN EL CONTEXTO PERIOPERATORIO

2.1. Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento

El envejecimiento se caracteriza por alteraciones progresivas en múltiples sistemas fisiológicos que condicionan la respuesta del paciente a la cirugía y la anestesia. Estas modificaciones incluyen cambios cardiovasculares, respiratorios, renales, hepáticos y del sistema nervioso central, que reducen la reserva funcional y aumentan la vulnerabilidad ante el estrés quirúrgico (3-5). Por lo tanto, la comprensión de la fisiología geriátrica es fundamental para la optimización del tratamiento pre, trans y postoperatorio.

2.1.1. Cambios cardiovasculares

El sistema cardiovascular experimenta alteraciones estructurales y funcionales progresivas con el envejecimiento (4). Se habla de cambios estructurales como aumento de la rigidez arterial por engrosamiento de la íntima y acumulación de colágeno. Esto incrementa la poscarga ventricular izquierda y favorece la hipertrofia concéntrica, aumentando el riesgo de isquemia subendocárdica ante taquicardia o hipotensión. Consecuentemente, se cuenta con una menor reserva adaptativa en cirugía.

También, existen diferencias en la respuesta barorrefleja, que se encuentra disminuida, lo que reduce la capacidad de compensación ante cambios de volumen o posición, aumentando la susceptibilidad a hipotensión inducida por anestesia.

Asimismo, se encuentra un panorama donde la relajación ventricular diastólica disminuye, generando dependencia del llenado auricular y reduciendo la respuesta betaadrenérgica, o sea, estos pacientes dependen de la precarga y su capacidad (o incapacidad) de realizar una diástole efectiva. Esto limita la capacidad de aumentar la frecuencia cardíaca ante hipotensión o hemorragia. Así mismo, el sistema de conducción asocia fibrosis progresiva, aumentando la prevalencia de bloqueos, disfunción del nodo sinusal y fibrilación auricular. (4)

2.1.2 Cambios respiratorios asociados al envejecimiento

El sistema respiratorio presenta múltiples modificaciones estructurales y funcionales con el envejecimiento, que reducen la reserva ventilatoria y aumentan la susceptibilidad a complicaciones perioperatorias, los cuales se describen, a continuación (3-5).

2.1.2.1. Cambios anatómicos

El envejecimiento se caracteriza por rigidez torácica aumentada, debido a calcificación progresiva de las articulaciones costovertebrales y endurecimiento de la pared torácica. Esta modificación limita la expansión costal y aumenta el trabajo respiratorio (3-5).

Asimismo, se observa reducción de la elasticidad pulmonar por pérdida de fibras elásticas alveolares. Esta pérdida genera atrapamiento aéreo, aumento del volumen residual y reducción del retroceso elástico pulmonar, que reduce el área de intercambio gaseoso y aumenta el espacio muerto fisiológico (3-5).

La capacidad residual funcional (CRF) es relativamente estable o ligeramente aumentada. El volumen residual (VR) aumenta por atrapamiento aéreo y menor retroceso elástico, mientras que el volumen espiratorio de reserva (VER) disminuyó. Respecto a la capacidad de cierre (CC), volumen pulmonar por debajo del cual las vías aéreas pequeñas comienzan a colapsar durante la espiración, se encuentra aumentada.

La pérdida de elasticidad alveolar y la rigidez de las vías aéreas pequeñas hacen que la CC se eleve por encima de la CRF incluso en posición erguida. En decúbito supino, esa diferencia se acentúa, provocando colapso de vías aéreas en regiones dependientes.

Finalmente, los músculos respiratorios muestran atrofia y pérdida de fuerza, disminuyendo la capacidad para generar presiones inspiratorias y espiratorias máximas, limitando la ventilación eficaz (3-5).

2.1.2.2. Cambios funcionales

El pulmón envejecido presenta disminución de la distensibilidad pulmonar, lo que reduce la eficiencia ventilatoria. Existe un aumento del volumen residual (VR) con

capacidad pulmonar total relativamente estable, pero con reducción de la capacidad vital forzada (CVF), lo que genera un patrón obstructivo leve en espirometría (3-5).

Además, la capacidad de cierre se eleva por encima del volumen corriente en posición supina, facilitando el colapso precoz de vías aéreas pequeñas y atelectasias dependientes. Esto contribuye a una relación ventilación/perfusión (V/Q) más heterogénea y mayor predisposición a hipoxemia (3-5). También se observa reducción de la respuesta ventilatoria a la hipoxia e hipercapnia debido a la menor sensibilidad de quimiorreceptores periféricos y centrales, disminuyendo la capacidad compensatoria ante desequilibrios gasométricos (3-5).

Además, el aclaramiento mucociliar se reduce por menor número y funcionalidad de cilios y aumento de la viscosidad de secreciones, lo que facilita la acumulación de moco y el riesgo de infección respiratoria (3-5).

2.1.2.3. Implicaciones clínicas perioperatorias

Estos cambios respiratorios implican mayor riesgo de hipoxemia perioperatoria, asociado a cierre alveolar precoz y distribución desigual de la ventilación. La ventilación mecánica en pacientes geriátricos requiere estrategias protectoras, incluyendo volúmenes corrientes bajos y presión positiva al final de la espiración (PEEP) adecuada, para minimizar barotrauma y volutrauma. También se observa un riesgo elevado de dificultades en el destete, debido a fuerza muscular reducida y respuesta ventilatoria atenuada (3-5).

El deterioro del aclaramiento mucociliar y la tos menos efectiva aumentan la susceptibilidad a neumonía y otras infecciones respiratorias. Adicionalmente, la mayor sensibilidad a sedantes y opioides incrementa el riesgo de depresión respiratoria, requiriendo ajustes de dosis y monitoreo riguroso (3-5).

2.1.3. Cambios en el sistema nervioso central

El sistema nervioso central sufre transformaciones que incrementan la vulnerabilidad del paciente geriátrico a *delirium*, sedación excesiva y neurotoxicidad:

- Pérdida neuronal selectiva y atrofia cortical, especialmente en lóbulos frontal y temporal, que reducen la reserva cognitiva y elevan el riesgo de *delirium* perioperatorio (3).
- Alteraciones en la neurotransmisión asociadas al declive en niveles de acetilcolina y GABA-érgicos, junto con aumento de receptores NMDA (N-metilD-aspartato), que amplifican la sensibilidad a sedantes y a efectos excitotóxicos (4).
- Aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, permitiendo mayor paso de fármacos y metabolitos al parénquima cerebral, modificando la farmacodinamia de anestésicos lipofílicos y prolongando su acción (5).

2.1.3.1. Implicaciones clínicas perioperatorias

Se deben reducir dosis y titular de forma lenta los anestésicos hipnóticos (propofol 25–50 % menores), opioides y benzodiazepinas para evitar sobredosis y prolongación de sedación. También se debe utilizar monitoreo cerebral mediante electroencefalograma (EEG) procesado o espectrograma para ajustar la profundidad anestésica y prevenir la tasa de supresión, especialmente en cirugías prolongadas.

Así mismo, la prevención activa del *delirium* a través de estrategias no farmacológicas en el postoperatorio inmediato (orientación, ciclo luz-oscuridad) y minimización de agentes con alto potencial delirógeno en el perioperatorio.

2.1.4. Cambios hepáticos

El flujo sanguíneo hepático disminuye hasta en un 40 % con la edad, lo que conlleva una depuración más lenta de fármacos con metabolismo de “primer paso” hepático, como el midazolam o el alfentanilo (5). Además, la actividad de las isoenzimas del citocromo P450 (CYP3A4, CYP2D6) declina, prolongando la vida media de agentes lipofílicos y favoreciendo acumulación tras dosis repetidas.

2.1.4.1. Implicaciones clínicas perioperatorias

Es necesario ajustar dosis y espaciar intervalos de fármacos de alto aclaramiento hepático; preferir anestésicos de eliminación plasmática o con metabolismo

extrahepático, dado que estos medicamentos, así como los lipofílicos, se metabolizan en menor medida y tienen una redistribución grasa mayor que pacientes no geriátricos. De esta forma, se disminuyen complicaciones de la sedación excesiva, facilita extubación temprana y acorta estancia en URPA. (4-5)

2.1.5. Cambios renales

A partir de los 40 años, la tasa de filtración glomerular (TFG) disminuye aproximadamente 1 mL/min/año, junto con reducción de la masa cortical renal y de la reserva tubular (3). Ese descenso de TFG, de la secreción tubular de creatinina y de fármacos hidrosolubles provoca retención de metabolitos activos, así como desequilibrios de líquidos y electrolitos.

2.1.5.1. Implicaciones clínicas perioperatorias

Es importante calcular la TFG preoperatoria para considerar el reajuste de dosis de los fármacos nefrotóxicos o excretados renalmente, como en el caso de opioides, benzodiazepinas y antibióticos, que podrían acumularse en paciente con enfermedad renal crónica.

2.1.6. Cambios gastrointestinales

El vaciamiento gástrico y la motilidad intestinal se enlentecen, favoreciendo el reflujo gástrico y el riesgo de aspiración broncopulmonar durante la inducción (4). Además, la atrofia de la mucosa y la disminución de enzimas como la lactasa reducen la absorción de nutrientes y las formulaciones orales de fármacos.

2.1.6.1. Implicaciones clínicas perioperatorias

Los cambios fisiológicos asociados al envejecimiento implican un riesgo teórico aumentado de Síndrome de Mendelson, ahora bien, las guías actuales de ayuno preoperatorio (6) avalan las siguientes acciones:

- No prolongar el ayuno de líquidos claros más allá de 2 horas para mejorar el confort y disminuir el riesgo de deshidratación.

- No indicar rutinariamente bloqueadores H₂ (histamina) o inhibidores de bomba de protones (IBP), así como procinéticos (metoclopramida) en pacientes de bajo riesgo con ayuno adecuado.
- Considerar H₂/IBP o metoclopramida solo en escenarios de alto riesgo de reflujo (como en enfermedad por reflujo gastroesofágico o hernia hiatal documentada), así como en contexto gastroparesia sospechada (diabéticos mal controlados).
Las guías enfatizan en no usar estos medicamentos de forma rutinaria.

2.1.7. Cambios endocrinológicos

Es posible encontrar alteraciones marcadas del equilibrio metabólico y la respuesta al estrés. Los tejidos periféricos (músculo, hígado) responden menos a la insulina, obligando al páncreas a secretar mayores cantidades para mantener la glicemia en rango. Con la edad, esta compensación falla, provocando hiperglucemia basal y picos más marcados tras el estrés quirúrgico.

También se presenta la disminución de la secreción de insulina, ya que las células β pancreáticas pierden masa y capacidad secretora, reduciendo la reserva insulínica y limitando la respuesta rápida a la sobrecarga glucídica perioperatoria.

Se describen alteraciones del eje hipotálamo–hipófisis–adrenal (H-H-A). La liberación de ACTH y cortisol ante estímulos estresantes se atenúa, disminuyendo la respuesta antiinflamatoria y la capacidad de mantener la volemia y la glucemia en situaciones de *shock* o cirugía mayor (4-5).

2.1.7.1. Implicaciones clínicas perioperatorias

- Monitoreo estrecho de glucemias
 - Es prudente medir glucosa capilar cada 2–4 horas, especialmente en cirugías que se prolongan más allá de 2 horas o con grandes pérdidas sanguíneas.
 - Mantener meta de 140–180 mg/dL para evitar tanto la hiperglucemia como la hipoglucemia inadvertida. Por lo que se recomienda insulino terapia dirigida en casos que lo ameriten.

- Soporte con corticoides ◦ En pacientes con historia de terapia crónica o sospecha de insuficiencia suprarrenal, podrían requerir hidrocortisona 50–100 mg IV al inducir la anestesia y repetir cada 8–12 h según la magnitud del estrés quirúrgico.
 - (4-5) ◦ Solo en pacientes con historia de uso prolongado de glucocorticoides (> 5 mg/d prednisona > 3 semanas), síntomas claros de insuficiencia suprarrenal o choque refractario tras optimizar volumen y cirugías de muy alto riesgo hemodinámico (p. ej., cirugía aórtica, trasplante).

2.1.8. Cambios en el sistema muscular

El envejecimiento modifica de forma significativa la proporción de masa grasa y muscular, alterando la farmacocinética de los anestésicos y la respuesta al estrés quirúrgico:

- Sarcopenia: pérdida progresiva de masa y fuerza muscular (2–3 % anual tras los 60 años), con aumento del riesgo de caídas, debilidad respiratoria y prolongación de la recuperación postoperatoria (3).
- Aumento de tejido adiposo: redistribución de la grasa hacia depósitos viscerales y médula ósea; incremento de volumen de distribución de fármacos lipofílicos (por ejemplo, propofol, bupivacaina), prolongando su acción (4).
- Infiltración grasa en músculo: reduce la eficiencia contráctil y la respuesta a la ventilación asistida, elevando el trabajo respiratorio y predisponiendo a hipoventilación durante la sedación profunda (5).

2.1.8.1. Implicaciones clínicas perioperatorias

La conjunción de una marcada pérdida de masa muscular y un cuadro crítico lleva al paciente geriátrico a un punto de inflexión en el que varios procesos convergen de forma perjudicial:

- Desajustes en el metabolismo muscular: el paciente sarcopénico pierde su capacidad de renovación y resistencia, lo que dificulta la movilización temprana y retrasa la recuperación funcional.
- Déficit energético celular: la actividad mitocondrial se ve comprometida, reduciendo la generación de ATP necesaria para afrontar el estrés quirúrgico y el soporte ventilatorio prolongado, o sea, estos pacientes cursan con desbalances energéticos que afectan su comportamiento perioperatorio.
- Estado catabólico sostenido: mediadores como el factor de necrosis tumoral- α mantienen activa la degradación de proteínas, alimentando un ciclo de desgaste que favorece complicaciones críticas.

Estos fenómenos interactúan a medida que la sarcopenia avanza, el paciente enfrenta más eventos de insuficiencia orgánica y menos capacidad de recuperación, exacerbando la fragilidad y la mortalidad perioperatoria (7, 8).

Por lo tanto, entender la composición ergométrica del paciente geriátrico —menos músculo, más grasa— así como el contexto en el que ingresan los pacientes (cirugía electiva, de emergencia o paciente con estancia prolongada en UCI) permite personalizar el tratamiento anestésico en aras de minimizar las complicaciones.

2.2. Fragilidad, comorbilidades y su implicación en el manejo anestésico

La valoración de la fragilidad y de las comorbilidades en el paciente geriátrico determina la selección de la técnica anestésica, la titulación de sedantes y el plan de cuidados en URPA/UCI, con el objetivo de minimizar *delirium* y estancia prolongada (9,10).

2.2.1. Asociación de fragilidad con delirium y deterioro cognitivo

La fragilidad basal identifica pacientes con reserva fisiológica disminuida y vulnerabilidad aumentada ante el estrés quirúrgico. Watt et al. demostraron que los pacientes geriátricos no cardíacos que manifestaron fragilidad previa al ingreso tenían el doble de riesgo de desarrollar *delirium* postoperatorio (11). En el contexto de cirugía cardíaca, Nomura et al. documentaron que los individuos con fragilidad preoperatoria

experimentaron una incidencia de *delirium* casi tres veces mayor y empeoramiento cognitivo a los siete días en comparación con aquellos sin fragilidad (12). Estos hallazgos resaltan la necesidad de evaluar fragilidad antes de la cirugía para aplicar medidas preventivas personalizadas.

2.2.2. Impacto de las comorbilidades en la reserva orgánica

La carga de comorbilidades crónicas, el contexto del paciente, la patología actual y su condición frente a esta (paciente con ventilación mecánica versus paciente electivo) se asocian a su morbimortalidad postoperatoria.

Conscientes de esto, los clínicos, han tratado de estratificar el riesgo y estimar así las complicaciones asociadas. En la literatura, es posible encontrar el Charlson Comorbidity Index (CCI) (figura 1) que correlaciona las comorbilidades con resultados adversos en UCI (mortalidad, estancia prolongada en UCI), ha probado ser una herramienta útil en estudios y utilizado en análisis de nonagenarios, por ejemplo, se habla que puntuaciones mayores a 3 en el CCI en pacientes geriátricos ventilados con puntuaciones de presentar mayor mortalidad (35 % vs. 20 %) y prolongación de la ventilación mecánica (mediana de 7 vs. 4 días) en comparación con aquellos con menor carga de enfermedad (13). Las comorbilidades crónicas más comunes en el periodo perioperatorio son: enfermedad cardiovascular, enfermedad pulmonar crónica y sepsis. (13,14)

Figura 1. Índice de Comorbilidad de Charlson (CCI).

Indice de Comorbilidad de Charlson

Edad del enfermo:

Infarto de miocardio:	<input type="checkbox"/>
Insuficiencia cardiaca congestiva:	<input type="checkbox"/>
Enfermedad vascular periférica:	<input type="checkbox"/>
Enfermedad cerebrovascular:	<input type="checkbox"/>
Demencia:	<input type="checkbox"/>
Enfermedad Pulmonar Crónica:	<input type="checkbox"/>
Patología del tejido Conectivo:	<input type="checkbox"/>
Enfermedad ulcerosa:	<input type="checkbox"/>
Patología hepática ligera:	<input type="radio"/>
Patología hepática moderada o grave:	<input type="radio"/>
Diabetes:	<input type="radio"/>
Diabetes con lesión orgánica:	<input type="radio"/>
Hemiplejía:	<input type="checkbox"/>
Patología renal (moderada o grave):	<input type="checkbox"/>
Neoplasias:	<input type="checkbox"/>
Leucemias:	<input type="checkbox"/>
Linfomas malignos:	<input type="checkbox"/>
Metástasis Sólida:	<input type="checkbox"/>
SIDA:	<input type="checkbox"/>

Calcula Indice de Comorbilidad de Charlson

Puntuación ICM de Charlson

Supervivencia estimada a los 10 años: %

Fuente: Tomado de Sociedad Andaluza de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SAMIUC) [consultado el 27 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.samiuc.es/indice-de-comorbilidad-de-charlson-cci/>

2.2.3. Impacto de la fragilidad en la reserva orgánica

A la hora de valorar la fragilidad, el Índice de fragilidad modificada (*modified Frailty Index*, mFI) se ha utilizado como herramienta de evaluación, basada en la acumulación de “defectos” o comorbilidades preexistentes. Originalmente derivado del American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP), el índice incluye 11 variables clínicas, mFI-11 (p. ej., diabetes, hipertensión, EPOC, disfunción cardíaca, etc.). Cada variable suma 1 punto; el mFI final es el cociente entre la puntuación obtenida y 11, categorizando al paciente en niveles de fragilidad leve, moderada o severa. (15,16)

Además de los datos previos, un estudio que comparó el mFI-5 y el mFI-11 en pacientes sometidos a artroplastia total de cadera (ATC), uno de los procedimientos más asociados a morbilidad en pacientes añosos, arrojó los siguientes datos:

- Los pacientes con mayor carga de fragilidad, medida tanto por mFI-5 como por mFI-11, obtuvieron resultados funcionales significativamente peores según la escala de Western Ontario and McMaster Universities Index of Osteoarthritis (WOMAC). (17)
- Tras ajustar por edad, el mFI-11 aparenta ser un mejor indicador del estado de salud global que el mFI-5, sin embargo, también se encontró que a mayor edad hay una probabilidad aumentada elevada de padecer dos comorbilidades o más. (16, 17)
- La fragilidad elevada se asoció con una estancia hospitalaria (EH) más prolongada, independientemente de la edad cronológica. (15-17)

Por consiguiente, la evaluación preoperatoria permite una estratificación más fina del riesgo, facilitando intervenciones de optimización (nutrición, rehabilitación) y planes de alta personalizados para reducir EH y mejorar la recuperación funcional.

Tabla 1. Prevalencia de condiciones clínicas según los índices de fragilidad modificados (mFI-5 y mFI-11)

Componentes de la valoración clínica	mFI-5	mFI-11	Prevalencia % (n)
Hipertensión arterial	+	+	74,25 (271)
Diabetes tipo I o II	+	+	19,45 (71)
Insuficiencia cardiaca congestiva	+	+	16,44 (60)
Dependencia parcial o total en actividades básicas	+	+	14,52 (53)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica o neumonía	+	+	3,29 (12)
Enfermedad vascular periférica		+	9,04 (33)
Sensorio alterado (déficit cognitivo o sensorial)		+	8,22 (30)
Infarto de miocardio		+	6,85 (25)
Dolor coronario/ cirugías cardiacas/intervenciones percutáneas		+	5,75 (21)
Ataque isquémico transitorio		+	2,19 (8)
Evento cerebrovascular con déficit neurológico		+	0,82 (3)

2.2.4. Impacto de severidad de la enfermedad en la reserva orgánica

La valoración geriátrica integral (VGI) es fundamental en la logística previa al teatro quirúrgico, por ende, es imperativo conocer el grado de severidad de la enfermedad *a priori*. El Simplified Acute Physiology Score 3 (SAPS 3) es un modelo pronóstico, validado, que fue diseñado para cuantificar la gravedad de la enfermedad aguda en pacientes de UCI y estimar la mortalidad hospitalaria. Incluye:

1. Variables fisiológicas (p. ej., Glasgow, presión arterial, temperatura, gasometría)
2. Comorbilidades (neoplasias, inmunosupresión, etc.)
3. Datos de admisión (motivo, tipo de ingreso, región geográfica)
4. Puntos importantes de esta escala:

- Se calcula en las primeras 24 horas de ingreso en UCI.
 - Genera una puntuación (0–217). No habla propiamente de “sobrevive o no”, sino que es una escala que se puede utilizar de forma dinámica en la estadía hospitalaria de pacientes críticos y habla de las probabilidades de fallecimiento en ese punto del tiempo que se valora. Aunque no es estrictamente una escala geriátrica, se ha utilizado en estudios de pacientes añosos y se ha relacionado de forma adecuada a los resultados esperados.
- (18)

Esta información justifica la planificación de monitorización avanzada y cuidados intensivos inmediatos postoperatorios, así mismo, permite al clínico mantener un alto grado de sospecha y expectativa de complicaciones transoperatorias.

2.2.5. Impresiones de la evidencia actual

En los ancianos críticamente enfermos de 90 años o más, la alta carga de comorbilidades y la necesidad de intervenciones agresivas tempranas —como la ventilación mecánica y la diálisis desde el primer día en UCI— se asocian con mayor mortalidad (14,17). Sin embargo, las tasas observadas no superan significativamente las de cohortes de menor edad, lo que sugiere que la sola edad cronológica no debe excluir a estos pacientes de la atención intensiva.

Así mismo, y contrario a lo que se considera usualmente, se ha encontrado una asociación negativa del índice de masa corporal (IMC) y la edad con la funcionalidad postquirúrgica en artroplastia total de cadera (ATC). Existe una asociación positiva con la funcionalidad física y mental prequirúrgica a los resultados. Respecto al género, el consumo de alcohol, estado socioeconómico y deficiencia de vitamina D no se ha logrado asociar de forma clara a estos resultados (19).

Por tanto, las decisiones de tratamiento deben basarse en la probabilidad de beneficio individual, más que en la edad numérica o las presunciones que se han manejado como se muestra en la evidencia revisada (14).

CAPÍTULO III. HIPNOSEDANTES INTRAVENOSOS EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

3.1. Mecanismos de acción y neurotropismo

3.1.1. Propofol

El propofol actúa potenciando la neurotransmisión inhibitoria a través del receptor GABA-A, aumentando la duración de apertura del canal de cloro y bloqueando receptores NMDA de glutamato. Su distribución neurotrópica se concentra en la corteza prefrontal y en regiones del tálamo, lo que facilita tanto la inducción rápida de anestesia como la pérdida de conciencia.

El nombre químico es 2,6-diisopropilfenol, lo que describe su estructura: un anillo fenólico con dos grupos isopropilo en las posiciones 2 y 6, y un grupo hidroxilo en la posición 1 (3).

- Importancia de los sustituyentes isopropílicos:
 - Los grupos isopropilo aumentan la actividad lipofílica favoreciendo su rápida penetración a través de la barrera hematoencefálica y su amplio volumen de distribución en tejido graso.
 - Esta gran afinidad lipofílica también explica su redistribución rápida desde el sistema nervioso central (SNC) a los tejidos periféricos, responsable de su corta vida media de redistribución y del rápido despertar tras bolos únicos.
- Grupo fenólico (-OH):
 - Aunque el fenol tiende a ionizarse, a pH fisiológico, el grupo -OH permanece mayoritariamente no ionizado ($pK_a \approx 11$), facilitando la difusión pasiva a través de membranas y garantizando un inicio ultrarrápido de acción.
- Relación estructura-función:
 - Esta combinación de un núcleo aromático, grupos hidrófobos

(isopropilo) y un pequeño grupo hidrofílico (fenol) da lugar a un perfil farmacocinético óptimo: muy lipofílico para SNC, en emulsión, con un equilibrio que le confiere inicio rápido y corta duración tras bolos (3).

Este diseño molecular es clave para entender por qué el propofol provoca una inducción abrupta de la anestesia y un despertar precoz, así como su potencial para causar hipotensión al dilatar rápidamente la microvasculatura cerebral y sistémica.

El propofol actúa potenciando la neurotransmisión inhibitoria a través del receptor GABA-A, aumentando la duración de apertura del canal de cloro y bloqueando receptores NMDA de glutamato. Su distribución neurotrópica se concentra en la corteza prefrontal y en regiones del tálamo, lo que facilita tanto la inducción rápida de anestesia como la pérdida de conciencia. Las dosis usuales son:

- Adultos jóvenes: 1.5–2.5 mg/kg en bolo para inducción.
- Geriátricos: 1.0–1.5 mg/kg (reducción 25–40 %) debido a mayor volumen de distribución (Vd) y menor aclaramiento. En infusión se usan dosis de 4–12 mg/kg/h en adultos; en ancianos, 3–8 mg/kg/h.

Es metabolizado en el hígado por glucuronidación y oxidación a metabolitos fenólicos (propofol-glucurónido, 4-fenol) que se excretan por orina. Ninguno ha demostrado neurotoxicidad; el secuestro en grasa explica la sedación prolongada, pero no lesión neuronal directa (3).

3.1.2. Midazolam

El midazolam es una benzodiazepina de acción corta que se une a un sitio alostérico del receptor GABA-A, aumentando la frecuencia de apertura del canal de cloro. Exhibe neurotropismo en la formación del hipocampo y la amígdala, áreas clave para la memoria y la regulación emocional. Su amnesia anterógrada es útil en procedimientos cortos. Sus características fisicoquímicas explican sus propiedades como fármaco y las principales son:

- Lipofilicidad moderada: $\text{Log } P \approx 3,0$; suficiente para cruzar con rapidez la barrera hematoencefálica, pero menor depósito en grasa que el propofol (3).
- Solubilidad dependiente de pH: se formula en solución ácida ($\text{pH} \approx 3,5$) donde es soluble; al alcanzar la sangre ($\text{pH } 7,4$), parte se ioniza y parte no, equilibrando rapidez de inicio con fase de distribución más lenta (3).

La implicación fisiológica de lo mencionado es que, gracias a la fracción no ionizada (lipófila), difunde al SNC con eficacia, mientras que la ionizada permanece en plasma, modulando el perfil de acción y favoreciendo amnesia prolongada. Su lipofilicidad moderada reduce algo la acumulación en grasa, pero en geriátricos los metabolitos activos pueden prolongar la sedación. A continuación, se detallan las dosis usuales en la práctica clínica:

- Adultos jóvenes: 0.02–0.05 mg/kg en bolo.
- Geriátricos: 0.01–0.03 mg/kg (reducción 30–50 %).
- Infusión: 0.02–0.1 mg/kg/h en adultos; en ancianos, 0.01–0.05 mg/kg/h

Es transformado por CYP3A4 (Citocromo P450) en el metabolito α -hidroximidazolam (activo, 10–20 % potencia) y luego conjugado a glucurónidos inactivos. La acumulación de α -hidroximidazolam prolonga sedación, pero no hay evidencia de que dañe neuronas directamente (3,4).

3.1.3. Dexmedetomidina

La dexmedetomidina es un agonista selectivo de receptores α_2 -adrenérgicos que actúa en el *locus coeruleus*, región del tronco que regula el estado de vigilia. Su sedación mimetiza el sueño fisiológico, con mínima depresión respiratoria. Además, presenta una lipofilicidad intermedia ($\text{Log } P \approx 2,8$), lo que asegura buena penetración al SNC sin excesivo depósito en grasa corporal (5). En cuanto a la solubilidad acuosa, es altamente soluble en agua, lo que facilita preparaciones parenterales estables y evita emulsiones oleosas.

Desde el punto de vista fisiológico, la distribución equilibrada entre compartimentos hidrófilo y lipófilo propicia un inicio de acción moderado (5–10 min), pero con recuperación relativamente predecible. Su perfil fisicoquímico soporta sedación prolongada sin acumulación excesiva, aunque en geriátricos hay que ajustar dosis para evitar bradicardia e hipotensión. En la literatura, se puede encontrar la recomendación de las dosis en bolos e infusión:

- Bolos: 0.5–1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en 10–20 min (opcional).
- Infusión: 0.2–0.7 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ en adultos.
- Geriátricos: infusión inicial 0.1–0.4 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$, sin bolos o bolos reducido a 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Se metaboliza por glicoproteína P y CYP2A6 a metabolitos glucurónidos y monohidroxilados inactivos, sin actividad neurotóxica documentada. Su perfil “sedación tipo sueño” resulta de acción directa sobre receptores α_2 , no de metabolitos perjudiciales (5). En la tabla 2, se detalla su mecanismo, dosis recomendadas y neurotropismo. Por su parte, en la tabla 3, se describen sus propiedades fisicoquímicas, Log P y relevancia clínica.

Tabla 2. Mecanismo, dosis recomendadas y neurotropismo

Fármaco	Mecanismo principal	Neurotropismo	Dosis geriátrica
Propol	Potencia el receptor GABA-A	Corteza prefrontal y tálamo	1,0-1,5 mg/kg bolo; 3-8 mg/kg/h.
Midazolam	Potencia el receptor GABA-A	Hipocampo y amígdala	0.01-0.03 mg/kg bolo; 0.01-0.05 mg/kg/h
Dexmedetomidina	Agonista α_2	<i>Locus coeruleus</i>	0.1-0,4 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ infusión, evitar bolo

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas, Log P y relevancia clínica.

Fármaco	Lipofilicidad (Log P)	Solubilidad	Relevancia clínica en geriatría
---------	-----------------------	-------------	---------------------------------

Propol	3,8	Emulsión oleosa	Inicio ultrarrápido; acumulación en tejido graso prolonga la sedación; riesgo elevado de hipotensión.
Midazolam	3,0	Soluble en pH ácido	Amnesia duradera; distribución más lenta; riesgo de acumulación de metabolitos activos.
Dexmedetomidina	2,8	Soluble en agua	Sedación similar al sueño fisiológico.

Nota: log P (coeficiente de partición octanol/agua) mide la lipofiliidad de una molécula: la relación de su concentración en fase orgánica (octanol) frente a fase acuosa.

3.2. Farmacocinética y farmacodinámica en el paciente geriátrico

El envejecimiento produce alteraciones en la absorción, distribución, metabolismo y excreción de los hipnosedantes, así como en la respuesta del organismo a dichos fármacos. A continuación, se detallan los principales cambios y su impacto clínico.

3.2.1. Volumen de distribución (Vd)

Se define como el volumen aparente en que se distribuye un fármaco para alcanzar la concentración plasmática observada. En el paciente geriátrico, como se ha mencionado previamente, se encuentra un aumento del tejido graso y disminución de la masa muscular y de agua corporal total.

En el caso del propofol y midazolam, los cuales son muy lipofílicos, su Vd se incrementa, alojándose en el depósito graso, lo que prolonga la fase de redistribución y alarga la sedación tras perfusiones prolongadas (4).

La dexmedetomidina, por su parte, cuenta con lipofilia moderada, esto hace que su Vd sea ligeramente mayor, pero con menor depósito graso, lo que ofrece una recuperación más predecible (5).

3.2.2. Aclaramiento y metabolismo

El aclaramiento se puede definir como el volumen de plasma del que se elimina un fármaco por unidad de tiempo. En estos pacientes, el flujo hepático reducido (-30-40

%) y la actividad disminuida del CYP450, por tanto, el aclaramiento hepático de propofol, midazolam y dexmedetomidina se reduce (4).

La tasa de filtración glomerular (TFG) disminuida tiene un moderado impacto en dexmedetomidina (metabolitos eliminados renalmente), y mucho menor sobre propofol y midazolam (metabolismo hepático predominante).

Consecuentemente, la implicación clínica es la necesidad de espaciar las dosis de mantenimiento y reducir las tasas de infusión para evitar acumulación. Dado lo anterior, por ejemplo, en un paciente geriátrico con aclaramiento de propofol 40 % menor, una infusión estándar de 6 mg/kg/h podría duplicar la concentración plasmática esperada tras 2 horas de perfusión.

3.2.3. Semivida de eliminación ($t_{1/2}$) y tiempo sensible al contexto

La $t_{1/2}$ (eliminación terminal) aumenta para todos los hipnosedantes, especialmente tras infusiones prolongadas, debido a la combinación de mayor V_d y menor aclaramiento. La vida media sensible al contexto, que es el tiempo que tarda la concentración plasmática en reducirse a la mitad tras suspender una infusión mantenida, se alarga proporcionalmente a la duración de la perfusión y a la lipofilidad del fármaco (4).

En el caso del propofol, tras infusiones mayores a 2 horas, el tiempo sensible puede superar las 4 horas. Para el midazolam, los tiempos que se describen son aún mayores por metabolitos activos acumulados. La menos afectada, la dexmedetomidina, mantiene una $t_{1/2}$ sensible al contexto más corto, menor a 1 hora tras infusión.

3.2.4. Sensibilidad farmacodinámica

Este concepto habla sobre el grado de respuesta del órgano blanco ante una concentración dada de fármaco. En pacientes añosos, implica mayor sensibilidad del SNC y del sistema cardiovascular a los efectos depresores. De manera general, se describen los siguientes efectos para cada medicamento en cuestión:

Para el caso del propofol, se recomienda dosis menores (-25-50 %), las cuales logran el mismo nivel de hipnosis, pero el riesgo de hipotensión se incrementa.

El midazolam puede potenciar la depresión respiratoria y la amnesia cuando se usan concomitante con opioides u otros sedantes, requiriendo monitoreo estricto de RASS/BIS.

La dexmedetomidina provee un menor riesgo respiratorio, pero es prono a generar bradicardias sensibles a la dosis, incluso a dosis bajas.

Conociendo estas variables y el contexto de cada paciente, se vuelve imperativa la titulación lenta y reevaluaciones frecuentes de la profundidad de sedación y los signos vitales, así como la individualización en la escogencia por el contexto de cada caso. Con esto se logra la disminución de complicaciones asociadas a la sobredosificación y facilitan extubación o recuperación más controlada. Lo anterior implica mayor complejidad en el titulado, necesidad de monitoreo continuo y bombas de infusión de precisión, así como en la precisión de los datos de la anamnesis preoperatoria.

3.3. Efectos clínicos deseados y eventos adversos: infusiones continuas versus bolos

Antes de analizar los esquemas de sedación concretos, resulta fundamental reconocer que la mayoría de los ensayos de sedación no controlan ni documentan adecuadamente la profundidad temprana de la sedación (primeras 48 horas), y más de dos tercios reportan sedación excesiva sin alcanzar niveles óptimos (20).

3.3.1. Propofol

Su uso en infusión continua (4–5 mg/kg/h) ha demostrado mantener sedación ligera (RASS -2 a -3) con menor variabilidad hemodinámica que bolos intermitentes, reduciendo episodios de hipotensión (PAM < 65 mm Hg en < 15 % de ancianos) (21). Bolos intermitentes (0,5–1 mg/kg cada 5–10 min) pueden causar picos de hipotensión (> 30 % de caída de PAM) y bradicardia, fluctuaciones plasmáticas aumentan el riesgo de *delirium* y prolongan la ventilación mecánica (21).

3.3.2. Midazolam

El midazolam en infusión continua (0,02–0,05 mg/kg/h) parece reducir la incidencia de *delirium* en un 18 % y acorta la duración de la ventilación mecánica en 1–2 días frente a bolos repetidos, al lograr un perfil plasmático más estable (21). Por su parte, los bolos intermitentes (0,02–0,05 mg/kg cada 30–60 min) se asociaron con un aumento del 30 % en *delirium* y un 40 % más de estancia en UCI, además de elevar la necesidad de reintubación por depresión respiratoria (21).

3.3.3. Dexmedetomidina

En el rango 0,1–0,4 µg/kg/h, se ha documentado una disminución en la incidencia de *delirium*, hasta en un 35 %, y acorta la ventilación mecánica (mediana 4,2 vs 6,7 días) en comparación con bolos de benzodiazepinas, manteniendo sedación cooperativa y estabilidad hemodinámica (22). Aplicaciones de bolos intermitentes (0,5 µg/kg, usualmente) generan fluctuaciones en la frecuencia cardíaca y la presión arterial, con riesgo de bradicardia súbita e inestabilidad hemodinámica; estos pacientes requieren múltiples dosis para mantener la sedación, lo que hace poco aconsejable este manejo (22).

3.4. Consideraciones especiales

A fin de seleccionar el hipnosedante más adecuado en el paciente geriátrico, conviene evaluar no solo sus mecanismos y perfiles de administración, sino también las particularidades que impone la edad avanzada.

3.4.1. Propofol

Su inicio y recuperación ultrarrápidos permiten inducciones precisas y despertares cortos favoreciendo extubación precoz, pero esto implica un control fino de profundidad, ideal en protocolos de perfusión continua para mantener RASS –2 a –3, buscando así la sedación mínima necesaria para lograr la ventilación mecánica (20).

La hipotensión marcada, definida como caída de PAM hasta 30 %, por vasodilatación e inotropismo negativo, es una desventaja que se menciona siempre en los estudios de

protocolos para sedación, especialmente en ancianos con reserva cardiovascular reducida.

Considerar una dosis inicial reducida en un 25–50 %, y titular con incrementos pequeños cada 30–60 segundos pareciera ser una estrategia racional con el propofol, siempre con vigilancia estricta de presión arterial media (PAM) y la frecuencia cardiaca (FC) de forma continua, con umbral mínimo de PAM \geq 65 mm Hg.

3.4.2. Midazolam

Como ansiolítico es potente y facilita la amnesia anterógrada profunda, útil en premedicación ansiógeno, lo que facilita el manejo en bolos para procedimientos breves, aun así esto pareciera ser menos controversial en pacientes con mejores índices de fragilidad (23).

Respecto a sus desventajas, riesgo aumentado de *delirium* y sedación prolongada con administración repetida de bolos por acumulación de α -hidroximidazolam, se menciona repetidamente en la literatura, asociado a pacientes con lesión renal aguda, un padecimiento clásico en el paciente geriátrico crítico (20–22). La depresión respiratoria es importante al combinar con opioides, dado que es siempre un riesgo en GABAérgicos, con la posibilidad de reintubación en ancianos vulnerables. El midazolam está asociado a síndrome de abstinencia, el cual podría cursar como un delirio hipoactivo, el tipo de delirio más común en los adultos mayores, como se analiza en el capítulo dedicado a este tema.

3.4.3. Dexmedetomidina

Concede una sedación cooperativa tipo sueño fisiológico, con pacientes despertables y menos *delirium* (–35 %) en perfusiones continuas frente a benzodiazepinas (22). Hay una mínima depresión respiratoria, lo que facilita la ventilación espontánea y el destete. Por su parte, la bradicardia sintomática (FC < 50 lpm en ~20 %) e hipotensión dosisdependiente son los efectos adversos más asociados a esta droga. Se debe tomar en cuenta el inicio más lento (5–10 min), en comparación al propofol o midazolam.

Conociendo lo anterior, puede iniciarse la infusión a $0,1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ sin bolo o con bolo reducido (el menos recomendado) (22).

CAPÍTULO IV. DELIRIUM POSTOPERATORIO

4.1. Delirio postoperatorio: diagnóstico, mecanismos, herramientas, riesgos y desenlaces

4.1.1. Delirium postoperatorio

El *delirium* postoperatorio es un síndrome neurocognitivo agudo, caracterizado por fluctuaciones en la atención, la conciencia y la cognición, que surge tras una intervención quirúrgica. Su diagnóstico se apoya en criterios internacionales y en herramientas validadas para entornos de cuidados intensivos.

El Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Text Revision (DSM-5-TR por sus siglas en inglés) define el *delirium* por: (A) alteración aguda de atención y conciencia; (B) cambio cognitivo adicional; (C) inicio agudo con fluctuaciones diarias; (D) asociación a causa médica o farmacológica (24).

Por su parte, el International Classification of Diseases 11th Revision (ICD-11) de la OMS maneja un concepto armonizado que subraya compromiso de conciencia y atención en curso fluctuante (25). La guía NICE CG103 (2023) recomienda cribado sistemático en UCI mediante evaluación de atención y conciencia en cada turno en el caso de paciente crítico (26).

Estas recomendaciones recuerdan la importancia de la valoración dinámica del paciente, así como las formas sigilosas de delirio que se podrían pasar por alto en estos contextos.

4.1.2. Fisiopatología

Fisiopatológicamente se destacan cuatro rutas principales. En primer lugar, la neuroinflamación juega un papel esencial. Las intervenciones quirúrgicas provocan un aumento de citocinas como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina 6 (IL-6) en la circulación, lo que debilita la barrera hematoencefálica y activa la microglía cerebral. Este proceso desencadena una cascada de disfunción sináptica que dificulta la comunicación entre neuronas (27).

Paralelamente, se observa un claro desequilibrio colinérgico-dopaminérgico donde los niveles de acetilcolina disminuyen, mientras que la actividad dopaminérgica tiende a desbordarse. Este cambio dual explica la inatención fluctuante y los episodios de agitación o, por el contrario, de hipoactividad que definen el *delirium* (27).

Además, el estrés oxidativo agrava la situación al elevar las especies reactivas de oxígeno (*reactive oxygen species* [ROS]). Estos radicales libres reducen los niveles de factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF, *brain-derived neurotrophic factor*), un mediador clave para la supervivencia neuronal, así como la neuroplasticidad, y dañan especialmente las neuronas del hipocampo y la corteza prefrontal, regiones esenciales para la memoria y el control ejecutivo (27).

Por último, el componente neuroendocrino contribuye con la liberación masiva de cortisol tras el estrés quirúrgico. Este incremento agudo de glucocorticoides potencia la excitotoxicidad y hace a las neuronas más vulnerables a otros insultos, cerrando el círculo de lesión que culmina en *delirium* (27).

4.1.3. Diagnóstico en UCI

En la Unidad de Cuidados Intensivos, contar con herramientas ágiles para la detección del *delirium* marca la diferencia entre una intervención temprana y un cuadro que se agrava antes de ser tratado a tiempo.

La herramienta Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU) ofrece un resultado claro: *delirium* sí o no. Está centrado en evitar la ambigüedad y, en estudios realizados para su validación, alcanza una sensibilidad del 80 % y una especificidad del 96% (28). Esto significa que, de cada 100 pacientes con *delirium*, la CAM-ICU identifica 80 (detecta la mayoría de los verdaderos positivos) y, de cada 100 sin *delirium*, solo 4 obtienen un resultado falso positivo.

Por su parte, el Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC) puntúa ocho dimensiones, como alteraciones en el nivel de conciencia, la atención y el comportamiento, para ofrecer una visión graduada del estado mental. Con una sensibilidad del 74 % y una especificidad del 87 %, no solo detecta los casos evidentes,

sino que también señala aquellos pacientes que rozan el umbral del *delirium* (“subsindrómico”), permitiendo iniciar medidas preventivas antes de que el cuadro se manifieste por completo (29).

Tras lo descrito, como estrategia práctica se puede implementar un cribado inicial rápido con CAM-ICU para confirmar o descartar *delirium* pleno y, en caso de duda, evaluación complementaria con ICDSC (por ejemplo, cambios sutiles en la atención), a fin de captar presentaciones hipoactivas. Además, es necesario recordar la reevaluación periódica cada turno (8–12 h), para no perder la evolución del paciente en aras de reconocer las presentaciones más fluctuantes (26). Con esta combinación, la UCI, o la URPA, se convierten en entornos de vigilancia continua para detectar con precisión los *delirium* y optimizar el tratamiento según sea necesario.

4.1.4. Factores de riesgo

Antes de entrar de lleno con los factores de riesgo, vale la pena reflexionar que el delirio no surge de manera espontánea, sino que es el resultado del envejecimiento (fisiología), la vulnerabilidad orgánica (posterior a procesos fisiopatológicos) y las agresiones del entorno crítico u operatorio (drogas implicadas en el transoperatorio o en el cuidado crítico). En la UCI y postoperatorio de un paciente crítico, estos factores convergen y convierten al cerebro en un blanco fácil. Identificarlos a tiempo permite encender luces de alarma, ajustar la sedación y replantear estrategias terapéuticas antes de que el cuadro llegue a un punto de daño crónico.

Dentro de los factores de riesgo, se encuentra:

- Edad: cada década tras los 70 años eleva de forma casi lineal el riesgo de *delirium*, es una variable no modificable que indica menor reserva cerebral y menores mecanismos de protección (26, 30).
- Sedación profunda temprana: en una cohorte de pacientes críticos de ≥ 70 años se derivó y validó una regla que identifica los principales factores de riesgo de *delirium* asociado a sedación continua (30). Se encontró que los niveles muy profundos de sedación RASS ≤ -3 (Richmond Agitation-Sedation Scale)

aparecieron en el 65 % de los casos y se vincularon a peor supervivencia y mayor deterioro funcional a seis meses (31).

- Fragilidad: un Modified Frailty Index-5 (mFI-5) $\geq 0,3$ duplica la probabilidad de *delirium*, reflejando la acumulación de déficits funcionales y comorbilidades (30).
- Comorbilidad: un Charlson Comorbidity Index (CCI) ≥ 4 actúa como factor independiente de riesgo, sumando el efecto de enfermedades crónicas que reducen la reserva orgánica (30).

4.1.5. Consecuencias

Las secuelas del *delirium* postoperatorio trascienden el episodio agudo y configuran un panorama clínico complejo:

- Aumento de mortalidad: los pacientes que desarrollan *delirium* presentan hasta un 30 % más de riesgo de morir durante la hospitalización o dentro de los 30 días siguientes (26).
- Estancias prolongadas: el *delirium* añade 2–3 días extra en la UCI y 4–6 días en el hospital, lo que incrementa el riesgo de infecciones asociadas al cuidado y la dependencia funcional (20).
- Déficit cognitivo persistente: cerca del 25 % de los supervivientes del *delirium* muestran deterioro cognitivo a los 6–12 meses, con pérdidas en memoria y funciones ejecutivas que reducen significativamente la calidad de vida (32).
- Costes y carga sanitaria: cada día adicional de estancia y cada complicación añadida elevan los costes hospitalarios en un 15–20 %, además de sobrecargar al personal de enfermería y cuidados de rehabilitación (20).

En conjunto, estas consecuencias exigen no solo prevención y tratamiento precoz del *delirium*, sino también un seguimiento posterior al alta enfocado en la rehabilitación cognitiva y funcional para mitigar el impacto a largo plazo.

4.2. Ventilación mecánica postoperatoria en geriatría

El paciente geriátrico postoperatorio presenta un riesgo elevado de insuficiencia respiratoria precoz, ya sea en la educación o en el postoperatorio inmediato, que puede requerir ventilación mecánica invasiva. Esta vulnerabilidad deriva de la interacción de varios factores:

- Debilidad muscular respiratoria: la sarcopenia diafragmática y de los músculos accesorios reduce la presión inspiratoria máxima, favoreciendo la fatiga y retraso en el destete.
- Efectos residuales de anestésicos y opioides: en ancianos, el aclaramiento hepático y renal disminuido prolonga la depresión del centro respiratorio y potencia la hipoventilación postoperatoria.
- *Delirium* hipoactivo: la somnolencia excesiva limita el estímulo para una ventilación efectiva.
- Alta carga de comorbilidades: EPOC, insuficiencia cardíaca y renal que reducen la reserva orgánica, complicando el destete.

Diversos estudios en esta población han demostrado que adoptar estrategias de protección pulmonar durante la ventilación reduce tanto la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias como la duración de la ventilación mecánica, por ejemplo, Serpa Neto et al. reportaron en un metaanálisis de datos individuales que, en pacientes sometidos a cirugía no cardíaca (incluyendo subgrupos ≥ 60 años), volúmenes tidal ≤ 6 mL/kg de peso ideal y PEEP ≥ 5 cm H₂O disminuyeron en un 30 % las complicaciones pulmonares postoperatorias y acortaron la ventilación mecánica en 1,1 días (IC 95 % 0,7–1,5; $p < 0,01$). Respecto al *driving pressure*, resultado de restarle la PEEP a la presión pausa inspiratoria (presión meseta), se relaciona de forma más clara con las complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP) (33).

Por su parte, un estudio multicéntrico en ancianos ≥ 70 años sometidos a lobectomía toracoscópica halló que el 35,7 % desarrolló atelectasias, neumonía o insuficiencia respiratoria que requirió ventilación mecánica; los predictores independientes fueron

ASA \geq III, ventilación unipulmonar prolongada (idealmente menor a 2 horas, posterior a las 3 horas aumenta el riesgo de CPP), tabaquismo y EPOC (34).

Otras revisiones sistemáticas han concluido en que un protocolo intraoperatorio con VT de 6 mL/kg y PEEP de 5–8 cm H₂O redujo significativamente las complicaciones pulmonares y la necesidad de ventilación mecánica prolongada en pacientes \geq 60 años, pero advierten también por la necesidad de estudios de alta calidad donde se explique cuáles estrategias de aplicación de PEEP y maniobras de reclutamiento son adecuadas en estos pacientes de forma estandarizada (35).

Las medidas de protección pulmonar para ventilación que se mencionan en la literatura se pueden resumir en las siguientes:

- Volumen tidal (VT): 6 mL/kg de peso ideal (rango 4–8 mL/kg).
- PEEP: 5–8 cm H₂O, ajustada según PaO₂/FiO₂ y compliancia.
- Presión meseta (Pplat): < 30 cm H₂O para prevenir barotrauma
- Frecuencia respiratoria: 12–16 rpm, manteniendo PaCO₂ entre 35–45 mm Hg
- FiO₂: al mínimo necesario para SpO₂ \geq 92 %

Este enfoque de ventilación neumoprotectora (bajos volúmenes tidal y PEEP individualizada) facilita el reclutamiento alveolar, previene volutrauma y atelectrauma, y estas acciones parecen favorecer a un destete precoz, reduciendo la morbimortalidad y la estancia en UCI/URPA.

4.3. Recomendaciones para la deshabitación de la ventilación mecánica en pacientes geriátricos y predictores de extubación fallida

El destete de la ventilación mecánica en pacientes de edad avanzada demanda un protocolo estructurado que combine criterios fisiológicos, pruebas estandarizadas y monitorización avanzada, con el propósito de minimizar la reintubación y sus complicaciones. La falla respiratoria post extubación (PERF, por sus siglas en inglés), y su prevención, es un tema clave en el proceso de retirar el soporte ventilatorio y, como clínicos, sirve de recordatorio que la extubación no es necesariamente un proceso que requiere vigilancia clínica únicamente en la inmediatez.

Para iniciar la deshabitación al ventilador mecánico, la European Respiratory Society (ERS) y las guías de la American Thoracic Society/American College of Chest Physicians (ATS/ACCP) recomiendan una postura clínica previa a la extubación que contemple previsiones en la valoración clínica y la medición objetiva para el procedimiento.

4.3.1. Valoración clínica

Esta valoración debe incluir el tratamiento médico farmacológico (antibioticoterapia, soporte vasopresor/inotrópico) con adecuada estabilización de la hipoxemia, estabilidad hemodinámica (PAS 90-160, sin o con mínimo soporte vasopresor, generalmente norepinefrina <0.1 mcg/kg/min), la patología quirúrgica que motivó la intubación (resuelta o paliativa) o la necesidad de mantener la VMA postoperatoria (36, 37).

Se deberá incluir en la valoración la efectividad del reflejo tusígeno, así como la previsión sobre si existe un exceso de secreciones o disminución de la capacidad de excreción de estas por parte del paciente. Esto es relevante en pacientes con cirugía de cuello, torácica y neurocirugía, así como los que tienen intubaciones prolongadas.

4.3.2. Valoración mediante mediciones objetivas

La decisión de iniciar el proceso de destete ventilatorio debe fundamentarse en una evaluación integral de parámetros clínicos y fisiológicos. Una oxigenación adecuada es un requisito, definida por una relación PaO_2/FiO_2 mayor o igual a 150–200, con una PEEP de hasta 8 cm H_2O y una FiO_2 menor o igual a 0,4. En estas condiciones, la oximetría (SpO_2) debe mantenerse por encima del 92%.

Uno de los pilares del proceso es la prueba de respiración espontánea (SBT, *spontaneous breathing test*), la cual consiste en permitir que el paciente respire espontáneamente durante un periodo de entre 30 y 120 minutos (se permiten tiempos más prolongados en paciente con mayor riesgo de extubación fallida), utilizando un tubo en “T” o presión de soporte baja (5–7 cm H_2O). Durante esta prueba, se debe observar cuidadosamente la frecuencia respiratoria, el volumen tidal y cualquier signo de fatiga respiratoria. La literatura aún no es contundente respecto a si existe diferencia entre un Tubo en T y la

prueba con presión soporte con presiones bajas, al menos no desde el punto de vista de reintubaciones o de estancia en UCI. (36,37)

También se emplea el índice de Tobin (f/VT) o índice de respiración rápida y superficial (RSBI), que evalúa la eficiencia ventilatoria. Un valor f/VT menor de 105 respiraciones por minuto por litro se considera aceptable, es un parámetro fácil de obtener al lado del paciente al realizar las pruebas de SBT o de Tubo en T.

La evaluación de la fuerza muscular inspiratoria se realiza midiendo la presión inspiratoria máxima (MIP), que debe ser igual o inferior a -20 cm H_2O (aunque se acepta hasta un -25 cm H_2O). En cuanto a la estabilidad hemodinámica, esta debe lograrse con un uso mínimo de vasopresores, particularmente dosis bajas de noradrenalina ($\leq 0,1$ $\mu g/kg/min$), y con una presión arterial sistólica dentro del rango de $90-160$ mm Hg y frecuencias cardíacas < 140 lpm, idealmente.

Desde el punto de vista neurológico, se requiere un nivel de conciencia suficiente para proteger la vía aérea, usualmente reflejado en una puntuación en la escala RASS mayor o igual a -1 , sin evidencia de *delirium* hipoactivo severo.

Finalmente, se considera adecuado proceder a la extubación si existe equilibrio ácido-base aceptable, particularmente con un pH mayor o igual a $7,30$ (36,37). Trastornos hidroelectrolíticos podrían prolongar la VMA, por lo que se deben tomar en consideración.

Una vez verificados estos criterios, puede implementarse un protocolo estructurado de destete, como en el algoritmo propuesto por Shah et al., que incluye tamizaje diario, pruebas estandarizadas de respiración espontánea y reintentos programados en caso de fallos previos (36), pero este tema se discute de forma más extensa en el Capítulo V.

4.3.3. Factores de riesgo para reintubación

La reintubación tras una extubación aparentemente exitosa representa una de las complicaciones más graves durante el proceso de destete ventilatorio. Su presencia no solo incrementa la mortalidad, sino que prolonga la estancia en unidades de cuidados

intensivos y eleva considerablemente los costos del tratamiento. Por esta razón, identificar los factores que predisponen al fallo respiratorio postextubación (PERF, por sus siglas en inglés) es esencial para tomar decisiones clínicas seguras y oportunas.

Varios factores clínicos se han identificado como predictores claves del fracaso en la extubación. Uno de los más relevantes es la edad avanzada. Los pacientes mayores de 65 años tienden a presentar menor reserva fisiológica, junto con una mayor carga de comorbilidades, lo que compromete su capacidad para mantener una respiración autónoma eficaz tras la retirada del soporte ventilatorio.

La presencia de disfunción ventricular izquierda, evidenciada por una fracción de eyección reducida o signos clínicos de congestión pulmonar, también puede dificultar el proceso de destete. En estos casos, la transición a la respiración espontánea puede precipitar un edema agudo de pulmón, complicando aún más la evolución clínica.

Otro factor frecuentemente subestimado es la anemia. Cuando la capacidad de transporte de oxígeno está comprometida, incluso un esfuerzo respiratorio moderado puede descompensar al paciente, reduciendo su tolerancia al retiro del soporte ventilatorio.

Además, los pacientes con puntuaciones elevadas en la escala APACHE II o SAPS 3 suelen presentar un cuadro clínico más complejo y severo desde su ingreso, lo cual se asocia directamente con una mayor probabilidad de reintubación. Estas puntuaciones reflejan no solo el grado de disfunción orgánica, sino también la vulnerabilidad global del paciente.

Se ha observado que una ventilación mecánica prolongada predispone a múltiples complicaciones que dificultan el éxito de la extubación. Entre ellas, se incluyen la debilidad muscular respiratoria, la pérdida del reflejo tusígeno, el incremento del riesgo de infecciones nosocomiales y un componente psicológico de dependencia al ventilador. Estos elementos, combinados, reducen la capacidad del paciente para sostener una respiración autónoma de forma sostenida.

Conociendo la posibilidad de diferentes combinaciones de los factores de riesgo, así como la variabilidad fisiológica de cada paciente, se ha intentado implementar nuevas herramientas diagnósticas no invasivas previas a la deshabitación, como lo es el ultrasonido diafragmático. La ultrasonografía permite evaluar la función muscular respiratoria mediante la medición del engrosamiento del diafragma durante la inspiración. Un engrosamiento $\geq 20\%$ se ha asociado con mejores tasas de éxito en el destete. Aunque su uso aún requiere mayor validación en estudios multicéntricos, ya se considera una herramienta potencialmente útil para predecir la tolerancia a la extubación y reducir eventos adversos en pacientes críticos. (36,37)

4.3.4. Prevención de la falla ventilatoria postextubación

La falla ventilatoria postextubación se define como la necesidad de intubar un paciente 7 días posterior a la extubación. Para prevenirla, se deben tomar en cuenta los factores de riesgo modificables, así como el contexto clínico y momento de la enfermedad en que se encuentra a los pacientes, por lo tanto, no siempre es fácil de lograr.

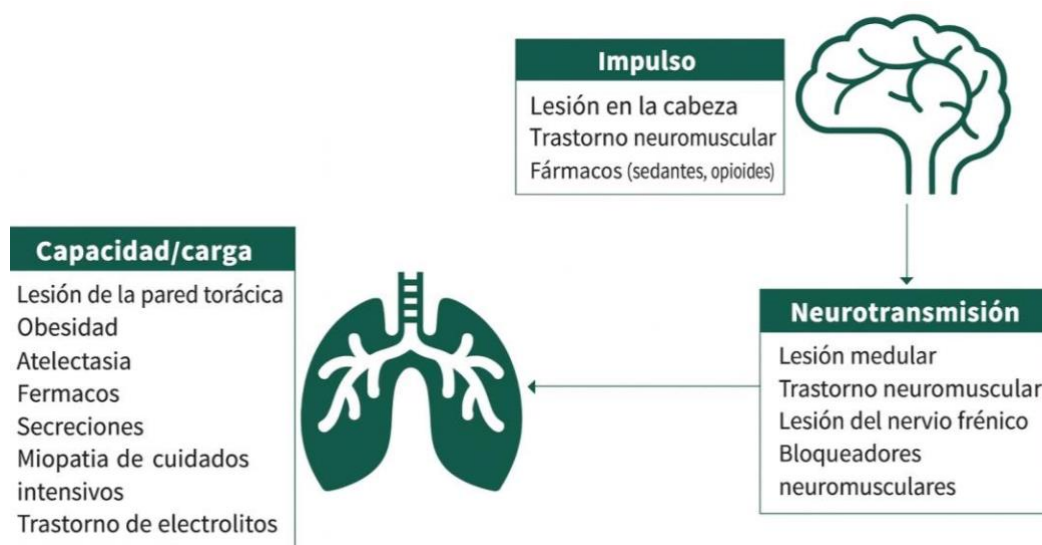
Se han descrito estrategias en pacientes con riesgo de fracaso respiratorio postextubación, el uso de soporte ventilatorio no invasivo como estrategia puente ha demostrado beneficios importantes.

La ventilación no invasiva (VNI) ha sido ampliamente estudiada en este contexto. Diversos ensayos clínicos han mostrado que, al utilizarse inmediatamente después de la extubación en pacientes seleccionados —especialmente aquellos con EPOC o falla respiratoria crónica—, la VNI puede reducir las tasas de reintubación, acortar la duración de la ventilación mecánica invasiva, así como disminuir la estancia en UCI y la mortalidad intrahospitalaria. Sin embargo, sus beneficios no son universales: en pacientes sin enfermedad respiratoria crónica o con puntuaciones APACHE II moderadas, los resultados han sido inconsistentes e incluso han mostrado mayor mortalidad en algunos casos. (36)

En paralelo, la oxigenoterapia de alto flujo por cánula nasal (HFNC) ha ganado relevancia como alternativa o complemento a la VNI. Esta técnica ofrece ventajas

relacionadas con el confort del paciente y ha mostrado ser igual de eficaz que la VNI en ciertos grupos de alto riesgo. Un estudio aleatorizado reciente reportó que el uso de HFNC redujo significativamente la tasa de reintubación a las 72 horas y la incidencia de PERF, especialmente en pacientes de bajo riesgo. Incluso en pacientes de alto riesgo, HFNC ha demostrado no ser inferior a la VNI, y cuando se combinan ambas estrategias, se ha evidenciado una reducción adicional en la necesidad de reintubación y en el riesgo de PERF durante los primeros siete días tras la extubación (figura 2).

Figura 2. Posibles causas del fracaso en la extubación en paciente críticamente enfermo.



Fuente: adaptado de (36).

}

CAPÍTULO V. MONITOREO DE SEDACIÓN EN GERIATRÍA

5.1. Escalas clínicas de sedación

En pacientes geriátricos críticamente enfermos, la valoración del nivel de sedación debe ser sistemática, objetiva y reproducible. El uso de escalas clínicas estandarizadas permite ajustar los fármacos de forma segura, reducir la duración de la ventilación mecánica, prevenir la sobre o subsedación y disminuir eventos adversos como el *delirium* o la dependencia prolongada del ventilador (38).

5.1.1. Richmond Agitation–Sedation Scale (RASS)

La RASS es actualmente una de las herramientas más utilizadas y validadas en el entorno de cuidados intensivos. Evalúa el estado de alerta mediante una escala de 10 puntos que va de +4 (comportamiento combativo) a -5 (sin respuesta), siendo 0 un estado de alerta tranquilo. Su utilidad radica en que ofrece una evaluación rápida, reproducible y fácilmente interpretable por diferentes profesionales de salud.

Se ha demostrado, en estudios clínicos, que la implementación sistemática de RASS en la UCI no solo mejora la calidad del monitoreo, sino que también reduce significativamente la estancia hospitalaria y la dependencia prolongada del ventilador en pacientes críticos (38). Este efecto es especialmente relevante en población geriátrica, donde la personalización del nivel de sedación puede impactar directamente en la morbilidad.

Además, el uso de RASS permite integrar con facilidad otras herramientas como el CAMICU, facilitando la detección precoz del *delirium*, condición de alta prevalencia en adultos mayores hospitalizados.

5.1.2 Sedation–Agitation Scale (SAS)

Otra herramienta validada en la práctica clínica es la SAS, que clasifica al paciente entre 1 (sedación profunda) y 7 (agitación extrema), con base en comportamientos observables. Si bien su estructura es más simple que la de RASS, mantiene una buena

sensibilidad y se ha utilizado como estándar en diversos ensayos clínicos y contextos donde se requiere monitoreo frecuente y ágil.

La SAS sigue siendo una herramienta útil en entornos donde se prioriza la rapidez de la valoración clínica, aunque su aplicabilidad puede verse limitada frente a escalas más detalladas como RASS en pacientes geriátricos con fluctuaciones neurológicas sutiles (tabla 4) (39).

Tabla 4. Columna comparativa de escala RASS y SAS

RASS (puntaje)	Descripción RASS	SAS (puntaje)	Descripción SAS
+4	Combativo; violento o agresivo; peligro inmediato para el personal.	7	Agitación peligrosa: se arranca tubos/catéteres, intenta bajarse de la cama, agrede al personal.
+3	Muy agitado: tira de tubos/catéteres o conducta agresiva.	6	Muy agitado: requiere sujeción física; muerde el tubo; necesita recordatorios constantes.
+2	Agitado: movimientos frecuentes sin propósito; asincronía paciente-ventilador.	5	Agitado: ansioso o físicamente inquieto; se calma con instrucciones verbales.
+1	Inquieto: ansioso/aprensivo; sin movimientos agresivos ni vigorosos.	4-5	Calmo-cooperador a levemente agitado: despierto o fácil de despertar; puede requerir redirección verbal.
0	Alerta y calmado; presta atención espontáneamente.	4	Calmo y cooperador: despierto o fácilmente despertable; sigue órdenes.
-1	Somnoliento: mantiene >10 s de contacto visual con la voz.	3	Sedado: difícil de despertar, pero despierta con voz/sacudidas; obedece órdenes simples y vuelve a dormirse.
-2	Sedación ligera: despierta brevemente (<10 s) con la voz.	3	Sedado (leve-moderado): responde a estímulos, puede volver a dormirse.
-3	Sedación moderada: se mueve al oír la voz, pero sin contacto visual.	2	Muy sedado: responde solo a estímulos físicos; no se comunica ni sigue órdenes.
-4	Sedación profunda: no responde a la voz; responde a estímulos físicos.	2	Muy sedado: respuesta solo a estímulos físicos.

-5	No responde: sin respuesta a voz ni a estímulos físicos.	1	No despertable: respuesta mínima o nula incluso a estímulos nocivos.
----	----------------------------------------------------------	---	----------------------------------------------------------------------

5.1.3. Consideraciones en geriatría

Ambas escalas ofrecen ventajas clínicas relevantes en el monitoreo del paciente adulto mayor. Sin embargo, la evidencia reciente favorece el uso de RASS por estar mejor integrada a protocolos de detección de *delirium*, especialmente útiles en esta población. A su vez, escalas históricas como la escala de Ramsay (*Ramsay Sedation Scale*), aunque todavía utilizadas en algunos entornos, han sido cuestionadas por su falta de sensibilidad para diferenciar entre niveles intermedios de sedación y por no incorporar elementos conductuales relevantes (39).

5.2. Índices basados en EEG procesado en el paciente geriátrico

En la búsqueda de valorar la profundidad anestésica de forma objetiva, y con casi un siglo desde los primeros estudios sobre la actividad eléctrica neuronal espontánea en seres humanos por Hans Berger hasta los reportes sobre los efectos de los anestésicos en los EEG de Gibbs, en 1937, en la actualidad se reconoce la electroencefalografía procesada como parte fundamental en el manejo de los pacientes que requieran procedimientos con anestesia general.

De hecho, en el año 2018, la World Health Organization/ World Federation of Societies of Anaesthesiologists (WHO-WFSA), en su publicación sobre *International Standards for a Safe Practice of Anesthesia*, ya subrayaban como pertinente la utilización de dispositivos electrónicos para monitorización de la profundidad anestésica, con principal enfoque en aquellos pacientes con alto riesgo de desórdenes cognitivos postoperatorios (40). Por su parte, Neurocritical Care Society, en el 2023, se sumaba a esta postura, en su consenso de expertos, validando el uso del encefalograma procesado (pEEG) y el espectrograma de colores (*DSA, density spectral array*) en la monitorización de la profundidad de sedación en pacientes críticos (paralizados o no) permitiendo ajustes, no solo de la sedación, sino de otras variables fisiológicas que pueden jugar un

papel en la información mostrada por las herramientas de monitorización neurológica. (41)

5.2.1. Monitoreo objetivo: Electroencefalograma procesado y espectrograma

En pacientes geriátricos críticamente enfermos, las escalas clínicas tradicionales de sedación pueden no ser suficientes para captar con precisión la profundidad del estado de conciencia, especialmente en situaciones de sedación profunda, compromiso neurológico o *delirium* hipoactivo. Por ello, han cobrado relevancia las herramientas como el pEEG y el DSA, que permiten una valoración continua y objetiva de la actividad cerebral.

Su aplicación permite ajustar de forma más precisa la dosis de agentes hipnosedantes y reducir el riesgo de sobre o infrasedación, todo lo anterior gracias a los análisis tiempo-frecuencia como lo son la transformada de Fourier que permite obtener valores de frecuencia media (MF, *median frequency*), frecuencia pico y frecuencia del borde espectral (SEF, *spectral edge frequency*). Estas mediciones se convierten en la base fundamental para el espectrograma, que representa con escala de colores, la tendencia del poder relativo a cada frecuencia por unidad de tiempo en URPA/UCI (42, 43).

5.2.2. Fenómeno de supresión-estallido

El fenómeno de supresión-estallido (BS, *burst suppression*), según el contexto clínico, puede significar disminución de la mortalidad (lesión cerebral traumática) si se busca como un objetivo intencional y, en contraparte, se asocia mayor mortalidad en la UCI, si pasa desapercibida. El BS puede ser resultado de hipoxia, hipotensión, hipoglucemia, hipotermia, isquemia y se asocia este al aumento de *delirium*, aunque cabe recordar que múltiples factores juegan un papel en la aparición de esta patología.

En la literatura, se habla de una triada triple-bajo (*triple-low*) o la combinación de un BIS bajo, concentración anestésica baja y presión arterial baja, así como su asociación al aumento de mortalidad; por lo anterior, este fenómeno recuerda la necesidad de valorar todas las variables y constantes vitales que jueguen un papel en la aparición de cambios inesperados o indeseados en el neuromonitor. (42)

5.2.3. De la transformada de Fourier a la neuroprotección: ¿qué dice la evidencia?

El EEG procesado y su espectrograma parecen prometer algo sencillo y clínicamente poderoso: titular la profundidad anestésica/sedativa en tiempo real y evitar la supresión eléctrica (BS), un fenotipo clásicamente asociado a peores desenlaces neurocognitivos en el adulto mayor. En la práctica, cuando se guía con EEG, suele usarse menos anestésico y reducirse el tiempo en supresión, lo que encaja con una lógica fisiopatológica prudente y con revisiones recientes del uso del EEG en el periodo perioperatorio (43).

Pero cuando esa promesa se somete a ensayos aleatorizados grandes, el resultado es más matizado. En ENGAGES 2019 (cirugía mayor no cardíaca en adultos mayores, 1232 pacientes), no se redujo la incidencia de *delirium* posoperatorio al guiar la anestesia con pEEG frente al cuidado habitual, pese a haber disminuido la supresión eléctrica (44). Y en ENGAGES-Canadá 2024 (cirugía cardíaca, pacientes geriátricos, 1140 pacientes) ocurrió lo mismo: grupos bien balanceados preoperatoriamente, menos supresión con EEG, sin diferencias en incidencia, duración ni severidad del *delirium* (45). Los propios autores señalan que, para detectar una caída absoluta modesta (p. ej., del 18 % al 14 %), se requerirían ≈ 2.700 pacientes, es decir, un tamaño muestral mayor que el disponible (44,45).

En paralelo, ensayos sobre técnica anestésica en fractura de cadera (REGAIN 2021 y RAGA 2022) —aunque no evaluaron pEEG-guiado per se— tampoco mostraron que raquídea vs. general modifique la incidencia de *delirium*. RAGA, además, estandarizó una raquídea sin sedación (sin midazolam o ketamina) y empleó tamizajes de fragilidad robustos, subrayando cuánto pesan las características del paciente y del sistema en este desenlace (46,47).

En contraparte, una revisión sistemática y metaanálisis de 2024 confirma que la supresión intraoperatoria se asocia a mayor riesgo de *delirium* (≈ 41 % de aumento del riesgo relativo) y que su duración es mayor en quienes lo desarrollan; sin embargo, advierte heterogeneidad importante entre estudios (contextos quirúrgicos,

poblaciones, recursos) y predominio de diseños prospectivos no aleatorizados incluidos en la publicación (48).

En síntesis, el pEEG señala peligro (la supresión importa), pero evitarla con titulación guiada no ha demostrado, por sí sola, ser una “vacuna” contra el *delirium*, debe tratarse como una herramienta de precisión para alcanzar la dosis mínima efectiva y evitar complicaciones postoperatorias, sobre todo en geriátricos frágiles, cirugías largas o cuando se anticipa ventilación mecánica posterior a la cirugía. En pacientes que requieren VMA, su uso selectivo cobra más sentido si se integra con sedación ligera (p. ej., RASS -2 a 0), evitar benzodiazepinas (principalmente en pacientes con lesión renal aguda) y otros medicamentos delirogénicos, CAM-ICU diario, movilización temprana y analgesia multimodal; en concreto la neuroprotección parece depender del conjunto de medidas anti *delirium* más que de una cifra estática en un monitor. Las tendencias y la vigilancia clínica estricta de estas, así como del equipo de enfermería capacitado a cargo de estos pacientes, son fundamentales en estos casos.

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN CLÍNICA Y EL CONCEPTO DE PROTOCOLO DE SEDACIÓN HIPNÓTICA

En el geriátrico crítico, en el cual se prevé la necesidad emergente de VMA post operatoria y con la complejidad quirúrgica y de carga asociada al contexto fisiopatológico que se deba afrontar, se puede perder el norte de la finalidad de los protocolos de sedación, como lo son la disminución del tiempo en VMA y sus complicaciones asociadas como, por supuesto, la disminución de la estancia ya sea en UCI o URPA. Estos protocolos, con toda la heterogeneidad ya previamente mencionada, se centran en el confort del paciente ventilado, enfocados primero en instaurar adecuadas estrategias de analgesia multimodal y valorar, al corregir las variables fisiológicas que lo requieran, pruebas para extubación de la manera más inmediata posible, siempre dentro del margen de seguridad e individualizado a cada caso en particular.

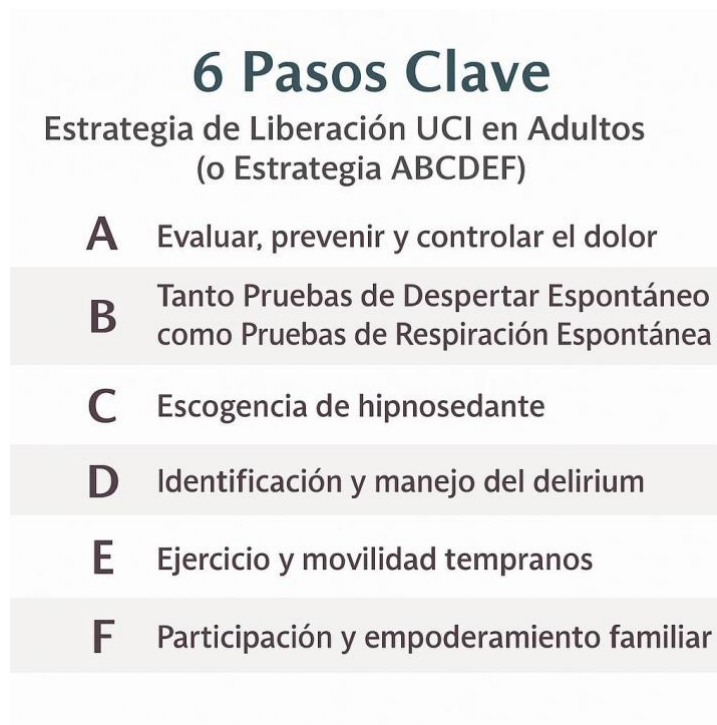
Respecto a la sedación y fuera del paradigma de cuál medicamento es “mejor” para esta tarea, se puede encontrar consenso en que se debe identificar la dosis mínima efectiva que provea seguridad al paciente con VMA, sin caer en sobredación. El pEEG/espectrograma, las escalas (RASS/SAS) y el ventilador son herramientas diseñadas para instaurar mayor y mejor objetividad clínica a los miembros del equipo de salud que intervienen en el cuidado de estos pacientes, así como, si se utilizan por personal bien capacitado, pueden mejorar la toma de decisiones a la hora de titular un agente hipnótico; pero, por sí solas, estas no cambian los desenlaces. La evidencia apunta más a la sumatoria de todas las medidas centradas, de manera más holística e integral, lo que implica que un verdadero protocolo de sedación en el paciente con VMA debe ser diseñado con énfasis en ir corrigiendo todas las variables que pueden ser parte de la prolongación de esta terapia, así como la prevención del *delirium* con todas sus consecuencias asociadas.

Por lo anterior, en la búsqueda de la recuperación optimizada, la Society of Critical Care Medicine (SCCM) recomienda la implementación de las Estrategias ABCDEF (figura 3), las cuales han probado, con un estudio multicéntrico con más de 20 000 pacientes

incluidos actualmente; la disminución de la probabilidad de mortalidad hospitalaria en los primeros 7 días puede contribuir en una reducción del *delirium* y el coma hasta en un 25-50%, lo cual es muy relevante no solo desde el punto de vista clínico, sino también económico, ya que se logra un recorte de hasta un 50% de readmisiones a UCI.

(49)

Figura 3. Estrategia ABCDEF



Dentro de los puntos clave de la Estrategia ABCDEF, se mencionan la priorización de la analgesia multimodal (opioides como la primera línea para dolor no neuropático) valorando los niveles de dolor con escalas como la de BPS (*Behavioral Pain Scale*) o la de CPOT (*Critical Care Pain Observation Tool*) para adecuar las dosis. Basado en las recomendaciones indicadas por la SCCM, es posible proponer una escalera del manejo analgésico en estos casos (figura 4). En la tabla 5, se detallan recomendaciones según guía PADIS y ABCDEF del SCCM para manejo de analgesia no opioide.

Figura 4. Escalera analgésica basada en la Estrategia ABCDEF (SCCM)



Tabla 5. Recomendaciones según guía PADIS y ABCDEF del SCCM para manejo de analgesia No Opiode

Analgésico o terapia	Recomendación
Acetaminofén (Paracetamol)	Utilizar como coadyuvante de la terapia con opioides para disminuir la intensidad del dolor y el consumo de opioides.
Ketamina	Emplear ketamina a dosis bajas (1–2 µg/kg/h) como coadyuvante de opioides para reducir su uso en adultos postquirúrgicos.
Gabapentina y pregabalina	Administrar medicamentos para dolor neuropático junto con opioides para el manejo del dolor neuropático. Usarlos con opioides tras cirugía cardiovascular.
Lidocaína	No utilizar de forma rutinaria lidocaína IV como coadyuvante de la terapia con opioides.
AINE selectivos COX-1	No usar de forma rutinaria AINE selectivos COX-1 como coadyuvantes de la terapia con opioides.
Ciberterapia e hipnosis	No ofrecer ciberterapia (realidad virtual) ni hipnosis.
Terapia de masaje	Ofrecer masajes de 10 a 30 minutos una o dos veces al día por 1 a 7 días.
Musicoterapia	Utilizar musicoterapia tanto para dolor procedimental como no procedimental.
Crioterapia (terapia con frío)	Ofrecer terapia con frío para el dolor procedimental.

El concepto de una escalera analgésica adaptada al cuidado del paciente crítico permite organizar las decisiones terapéuticas en niveles progresivos, optimizando la eficacia analgésica y reduciendo la dependencia de fármacos sedantes o de opioides en altas dosis. Su uso no solo tiene implicaciones farmacológicas, sino que impacta directamente en la calidad del despertar, la prevención del delirio, el éxito del destete ventilatorio y la humanización del cuidado.

6.1. Terapias no farmacológicas

El primer peldaño engloba intervenciones de bajo riesgo orientadas al confort, la reducción de ansiedad y la modulación del dolor basal. Estrategias como la musicoterapia, el masaje, la crioterapia o el acompañamiento familiar se alinean con la tendencia actual hacia la humanización en el cuidado del paciente crítico. Además, literatura reciente destaca que estas técnicas contribuyen a disminuir la activación autonómica, mejorar la tolerancia a procedimientos y reducir la carga total de fármacos analgésicos y sedantes. Al situarlas como primer nivel terapéutico, se refuerza su papel en la prevención primaria del dolor y en el soporte emocional del paciente crítico.

6.2. Analgesia no opioide

Este segundo escalón se fundamenta en la incorporación de fármacos con acción analgésica, pero con mínimo impacto depresor respiratorio o sedante, tales como paracetamol, ketamina a dosis bajas y gabapentinoides. Desde una perspectiva clínica, estos agentes permiten un control más estable del dolor basal y ejercen un efecto ahorrador de opioides que contribuye a disminuir efectos adversos como hipoventilación, delirio y prolongación de la VMA. La evidencia reciente confirma su valor en la multimodalidad analgésica, especialmente en pacientes postquirúrgicos o con dolor neuropático.

6.3. Opioides de primera línea

A partir de este nivel, el manejo se centra en opioides intravenosos titulables, considerados terapias esenciales para dolor moderado o severo. Fentanilo, hidromorfona o morfina continúan siendo imprescindibles, pero su utilización debe

realizarse bajo un enfoque ración al basado en evaluación continua mediante escalas validadas (CPOT, BPS). En este peldaño, el desafío clínico radica en equilibrar la eficacia analgésica con la minimización de efectos adversos, especialmente en pacientes con inestabilidad hemodinámica o disfunción orgánica. La discusión clínica se centra en la necesidad de personalización según metabolismo, riesgo de acumulación y objetivos de sedación ligera.

6.3.1. Opioides de rescate y situaciones especiales

El tercer nivel responde a contextos clínicos complejos, donde la tolerancia a opioides, la hiperalgesia inducida o la dependencia previa condicionan una respuesta analgésica insuficiente. Fármacos como remifentanilo o metadona adquieren relevancia en estos escenarios. Su uso, aunque altamente eficaz, exige monitorización estrecha debido a riesgos como rigidez torácica, prolongación del QTc o hiperalgesia de rebote. La discusión clínica en este nivel se centra en el equilibrio entre control óptimo del dolor y la prevención de complicaciones derivadas del uso prolongado o de alta potencia (tabla 6).

Tabla 6. Opioides usuales en paciente crítico geriátrico.

Fármaco	Consideraciones metabólicas / interacciones	Dosis inicial habitual	Efectos adversos específicos del fármaco	Factores de acumulación del fármaco
Fentanilo	Sustrato mayor de CYP3A4	Infusión continua (IC): 12,5–25 µg/h o IC: 0,35–0,5 µg/kg	Rigidez muscular	Falla hepática, alto volumen de distribución, alta lipofilicidad, aclaramiento impredecible (vida media sensible al contexto prolongada con infusiones largas)
Morfina	Glucuronidación	IC: 1–2 mg/h	Hipotensión, bradicardia por liberación de histamina	Falla hepática, acumulación del metabolito activo (morfina-3glucurónido) en falla renal

Fármaco	Consideraciones metabólicas / interacciones	Dosis inicial habitual	Efectos adversos específicos del fármaco	Factores de acumulación del fármaco
Hidromorfona	Glucuronidación	IC: 0,25–0,5 mg/h	Riesgo de sobredosis por errores de dosificación en opioides de alta potencia	Falla hepática
Metadona	Sustrato de CYP3A4 y CYP2B6	N/A	Prolongación del síndrome serotoninérgico	Vida media larga, depuración retardada en falla hepática y renal
Remifentanilo	Esterasas sanguíneas tisulares	Dosis de carga (DC): y 1,5 µg/kg • IC: 0,5–15 µg/kg/h	Rigidez de la pared torácica, dolor de rebote al suspender	Se metaboliza rápidamente, pero riesgo clínico de rigidez y dolor de rebote)

Notas: DC: dosis de carga IC: infusión continua.

6.4. Sedación complementaria y racional

La sedación aparece solo en el último, la actitud contemporánea opta por una sedación ligera. Desde la perspectiva de la Estrategia ABCDEF, este nivel impacta directamente en la prevención del delirio, la participación del paciente en el destete ventilatorio y la movilización temprana. Además, la discusión clínica destaca que la sedación sin una analgesia adecuada es ineficaz y potencialmente perjudicial.

Se hace énfasis en las pruebas de despertar temprano (SAT, *Spontaneous awakening trials*) y las pruebas de respiración espontánea (SBT, *Spontaneous Breathing Trials*) dado que estos han demostrado una reducción de hasta 3.1 días de VMA (CI 95%, $p=0.02$), así como de la necesidad de traqueostomía y *delirium* (CI 95%, $p= 0.01$). Como parte de esta sección de la Estrategia, se subraya que, si la sedación es profunda, se asocia a menor supervivencia a los 6 meses, así como aumento en la estancia hospitalaria y la duración de la VMA (49). Los SAT y los SBT son parte del Protocolo

Despierta y Respira (*Wake Up and Breathe Protocol*) y figuran también en las recomendaciones de las guías PADIS (9,10, 50), ya que buscan promover la extubación segura y tiempo efectiva.

Respecto a la escogencia de hipnosedación en infusión continua, en pacientes en los que no se logre con éxito los SAT y los SBT, se recomienda la dexmedetomidina como agente de primera para el manejo de estos pacientes y las benzodiazepinas se dejan más para casos con crisis convulsivas o con diagnóstico de síndrome de abstinencia alcohólica (SAA), lo anterior en congruencia con las recomendaciones de la American Society of Addiction Medicine (ASAM) para el manejo del SAA publicadas en el 2020, donde se recomienda preferir el uso de benzodiazepinas de acción larga vía oral (51). Las pruebas de SAT/SBT deben realizarse todos los días (49).

La SCCM hace mención de la escala RASS como una herramienta validada para la valoración clínica del estado sedación, así como la CAM-ICU para el cribado de *delirium*. La higiene del sueño/ambiente, movilización segura, evitar colocar sujeciones al paciente y —no menos importante— la “F”: familia o personas reconocibles que favorezcan la orientación. La adherencia a la mayoría de los puntos de la Estrategia ABDCEF se asocia a un efecto sumatorio (a mayor cantidad de puntos incluidos en la terapia del paciente mayor probabilidad de beneficios). Nada de esto funciona sin equipo entrenado; enfermería, al pie de cama, suele detectar primero cambios sutiles en RASS, espectrograma o sincronía con la VMA, por lo que es fundamental su capacitación para asegurar una adecuada aplicación de la Estrategia. De hecho, la liberación de la VMA implica la conjunción interdisciplinaria que incluyen a terapia respiratoria (más en pacientes que puedan requerir HFNC o VNI), terapia física, enfermería, psicología y médicos tratantes.

Sintetizando, la mejor forma de impactar la morbimortalidad en el geriátrico ventilado no es profundizar la sedación, sino mantenerla ligera (RASS -2 a 0), evitar la supresión cuando se disponga de pEEG, despertar y probar (SAT/SBT) tan pronto lo permita la fisiología, cribado de *delirium* y prevención precipitantes iatrogénicos asociado a un trabajo multidisciplinario con una meta clara: disminuir el tiempo de VMA para

disminuir las PERF, así como las estancias prolongadas hospitalarias, todo esto basado en los datos obtenidos por los estudios de la Estrategia ABCDEF.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

- 1- La valoración del estado fisiológico previo, capacidad funcional y cirugía propuesta (emergente versus electiva) son fundamentales en el paciente geriátrico, permiten organizar ideas e implementar precauciones transoperatorias, además, en los casos que así lo requieran, coordinar el inicio temprano de las estrategias de liberación temprana de la VMA.
- 2- Las herramientas clínicas actuales de monitorización de la sedación, por sí mismas, aún no han sido capaces de disminuir la mortalidad, pero esto no es una novedad, en general, ningún monitor puede generar este impacto, el efecto deseado se obtiene cuando el personal utilizando la tecnología está capacitado de manera que puedan integrar la clínica y el contexto en ese momento al paciente en cuestión.
- 3- Con la evidencia actual, no hay prueba que tenga los tamaños muestrales o los diseños perfectos para que, de forma inequívoca, se deba preferir un sedante por sobre otro. Ahora bien, la dexmedetomidina parece tener la ventaja en los estudios realizados y, al día de hoy, sigue siendo un medicamento que se respalda como primera línea para pacientes con VMA por múltiples organizaciones de renombre y quehacer internacional en el área de cuidado crítico; ha reemplazado el uso de benzodiazepinas intravenosas, por lo que actualmente se recomiendan solo en casos específicos.
- 4- Los protocolos de sedación, con todas las dificultades asociadas para obtener datos en UCI o URPA, la heterogeneidad de diseños y las debilidades mencionadas por los autores de la literatura revisada recuerdan la necesidad de ECA en el futuro para un conocimiento todavía mejor fundamentado del manejo ideal en estos pacientes acorde a cada contexto.
- 5- La integración multidisciplinaria y la capacitación de todos los actores que participan en la terapéutica del paciente geriátrico que requiere VMA es respaldada por organizaciones internacionales encargadas de emitir criterios para el manejo de estos casos, lo que habla de lo imperativo que es este tema, el cual, si bien es cierto ha demostrado tener beneficios económicos en los sistemas, más importante aún, impacta en la calidad de vida del paciente al regresar a su hogar.
- 6- El protocolo de sedación en un paciente añoso que requiere VMA postoperatoria no se trata de colocar sedaciones y ver números en un pEEG, va más allá de eso, un protocolo de

sedación implica la optimización de todas las aristas que juegan un papel en la prolongación de la VMA y debe estar enfocado en buscar la extubación temprana siempre que sea posible de forma segura, apoyados en la clínica y la monitorización integral optimizada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y salud. OMS [Internet]; 2022. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/ageing-and-health>
2. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Población de 65 años o más en Costa Rica se duplicará en los próximos 20 años [Internet]. San José: INEC; 2023 [citado 2025 jul 3]. Disponible en: <https://inec.cr/noticias/poblacion-65anos-mas-costa-rica-se-duplicara-los-proximos-20-anos>
3. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology. 7th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2022.
4. Gropper MA, Cohen NH, Eriksson LI, Fleisher LA, Leslie K, Wiener-Kronish JP, editors. Miller's Anesthesia. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2020.
5. Cullen BF, Stock MC, Ortega R, Sharar SR, Holt NF, Connor CW, et al. Barash, Cullen, and Stoelting's Clinical Anesthesia. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2023.
6. American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration. Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures. *Anesthesiology*. 2017 Mar;126(3):376–93. doi:10.1097/ALN.0000000000001452.
7. Hanna JS. Sarcopenia and critical illness: a deadly combination in the elderly. *J Parenter Enteral Nutr*. 2015;39(3):273–281. doi:10.1177/0148607114567710.
8. Mart MF, Gordon JI, González-Seguel F, Mayer KP, Brummel N. Muscle Dysfunction and Physical Recovery After Critical Illness. *J Intensive Care Med*. 2025 Feb 4:8850666251317467. doi:10.1177/08850666251317467.
9. Devlin JW, Skrobik Y, Célinas C, Needham DM, Slooter AJC, Pandharipande PP, et al. Clinical practice guidelines for the prevention and management of pain,

- agitation/sedation, delirium, immobility, and sleep disruption in adult patients in the ICU. *Crit Care Med.* 2018;46(9):e825–e873.
10. Seo Y, Lee HJ, Ha EJ, Ha TS. 2021 KSCCM clinical practice guidelines for pain, agitation, delirium, immobility, and sleep disturbance in the intensive care unit. *Acute Crit Care.* 2022;37(1):1–25.
 11. Watt J, Tricco AC, Talbot-Hamon C, Pham B, Rios P, Grudniewicz A, et al. Frailty is associated with postoperative delirium but not with postoperative cognitive decline in older noncardiac surgery patients. *Anesth Analg.* 2020;130(6):1516–1523.
 12. Nomura Y, Nakano M, Bush B, et al. Observational study examining the association of baseline frailty and postcardiac surgery delirium and cognitive change. *Anesth Analg.* 2019;129(3):507–514. doi:10.1213/ANE.0000000000004163.
 13. Aggarwal V, Singh R, Singh JB, Bawa J, Gaur N, Kumar S, et al. Outcomes of mechanically ventilated critically ill geriatric patients in the intensive care unit. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(7):OC01–OC03.
 14. Lamontagne F, Bagshaw SM. Clinical characteristics and outcomes of critically ill elderly patients: role of Charlson Comorbidity Index. *Sci Rep.* 2025;15:5432. doi:10.1038/s41598-025-05343-z.
 15. Subramaniam S, Aalberg JJ, Soriano RP, Lovy AJ, Konigsberg RA. The modified frailty index accurately predicts major complications and mortality in elderly surgical patients. *Can J Surg.* 2015;58(1):S8–S12. doi:10.1503/cjs.018114.
 16. Amado FS, Moura ECR, Oliveira CMB, Dibai-Filho AV, Nogueira Neto J, Leal PdC, et al. Clinical characteristics and outcomes of critically ill elderly patients aged 90 years and older. *Sci Rep.* 2025;15:20486. doi:10.1038/s41598-025-05343-z.
 17. Pulik Ł, Jaśkiewicz K, Sarzyńska S, Małydk P, Łęgosz P. Modified frailty index as a predictor of the long-term functional result in patients undergoing primary total hip arthroplasty. *Reumatologia.* 2020;58(4):213–220. doi:10.5114/reum.2020.98433

18. Buirs LD, Van Beers LW, Scholtes VA, et al. Predictors of physical functioning after total hip arthroplasty: a systematic review. *BMJ Open* 2016; 6: e010725, DOI: 10.1136/bmjopen-2015-010725.
19. Caruso P, Testa RS, Freitas ICL, Praça APA, Okamoto VN, Santana PV, Costa RT, Kawasaki AM, Fumis RRL, Pino Illanes WA, Costa ELV, Midega TD, Correa TD, de Carvalho FRT, Ferreira JC. Cancer-Related Characteristics Associated With Invasive Mechanical Ventilation or In-Hospital Mortality in Patients With COVID-19 Admitted to ICU: A Cohort Multicenter Study. *Front Oncol.* 2021 Nov 30;11:746431. doi: 10.3389/fonc.2021.746431. PMID: 34917502; PMCID: PMC8668608.
20. Shehabi Y, Chan L, Kadiman S, et al. Sedation depth and long-term mortality in critically ill mechanically ventilated adults: a prospective longitudinal multicentre cohort study. *PLoS One.* 2013;8(12):e81313. doi:10.1371/journal.pone.0081313.
21. Hu G, Xu J, Yang D, et al. Continuous versus intermittent sedation in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2019;14(6):e0218802. doi:10.1371/journal.pone.0218802.
22. Rengel KF, Hayhurst CJ. Sedation practices in older critically ill patients: continuous infusion dexmedetomidine vs intermittent benzodiazepines. *Crit Care.* 2021;25(1):162.doi:10.1186/s13054-021-03584-7.
23. Li H, Liu C, Yang Y, Wu QP, Xu JM, Wang DF, Sun JJ, Mao MM, Lou JS, Liu YH, Cao JB, Duan CY, Mi WD. Effect of intraoperative midazolam on postoperative delirium in older surgical patients: a prospective, multicenter cohort study. *Anesthesiology.* 2025 Feb;142(2):268-277. doi:10.1097/ALN.0000000000005276.
24. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Text Revision (DSM-5-TR)*. 5th ed., text rev. Arlington, VA: APA; 2022.
25. World Health Organization. *International Classification of Diseases, 11th Revision (ICD-11)*. Geneva: WHO; 2019.

26. National Institute for Health and Care Excellence. Delirium: prevention, diagnosis and management in hospital and long-term care. NICE guideline CG103. Actualizado Ene 18, 2023. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg103>
27. Fan YY, Luo RY, Wang MT, Yuan CY, Sun YY, Jing JY. Mechanisms underlying delirium in patients with critical illness. *Front Aging Neurosci.* 2024;16:1446523. doi:10.3389/fnagi.2024.1446523.
28. Gusmão-Flores D, Salluh JI, Chalhoub RA, Quarantini LC. The confusion assessment method for the ICU (CAM-ICU) and Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC) for diagnosis of delirium: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2012;16(4):R115. doi:10.1186/cc11410.
29. Rochford P, Matesanz D, Lawrence C. Diagnostic accuracy of the CAM-ICU and ICDSC in detecting ICU delirium: a bivariate meta-analysis. *Palliat Support Care.* 2015;13(4):875–883. doi:10.1017/S1478951515000124.
30. Prendergast NT, Onyemekwu CA, Potter KM, Franz CA, Kitsios GD, McVerry BJ, et al. Derivation and validation of a prediction rule for sedative-associated delirium during acute respiratory failure requiring mechanical ventilation. *medRxiv [preprint].* 2024 Sep 30:2024.09.30.24314628v1. Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2024.09.30.24314628v1.full.pdf>
31. Romer C, Schultz MJ, van der Voort PHJ, et al. Delirium and high sedation levels are common in critically ill patients with COVID-19 and associated with poor long-term outcomes. *ResearchGate* 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/387647853_Delirium_and_High_Sedation_Levels_are_Common_in_Critically_Ill_Patients_with_COVID-19_and_Associated_with_Poor_Long-Term_Outcomes
32. Inouye SK, Westendorp RGJ, Saczynski JS. Delirium in elderly people. *Lancet.* 2014;383(9920):911–922. doi:10.1016/S0140-6736(13)60688-1
33. Serpa Neto A, Hemmes SN, Barbas CSV, et al. Protective ventilation reduces postoperative pulmonary complications: individual patient data meta-analysis. *PLoS One.* 2015;10(8):e0135544. Disponible en:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0135544>

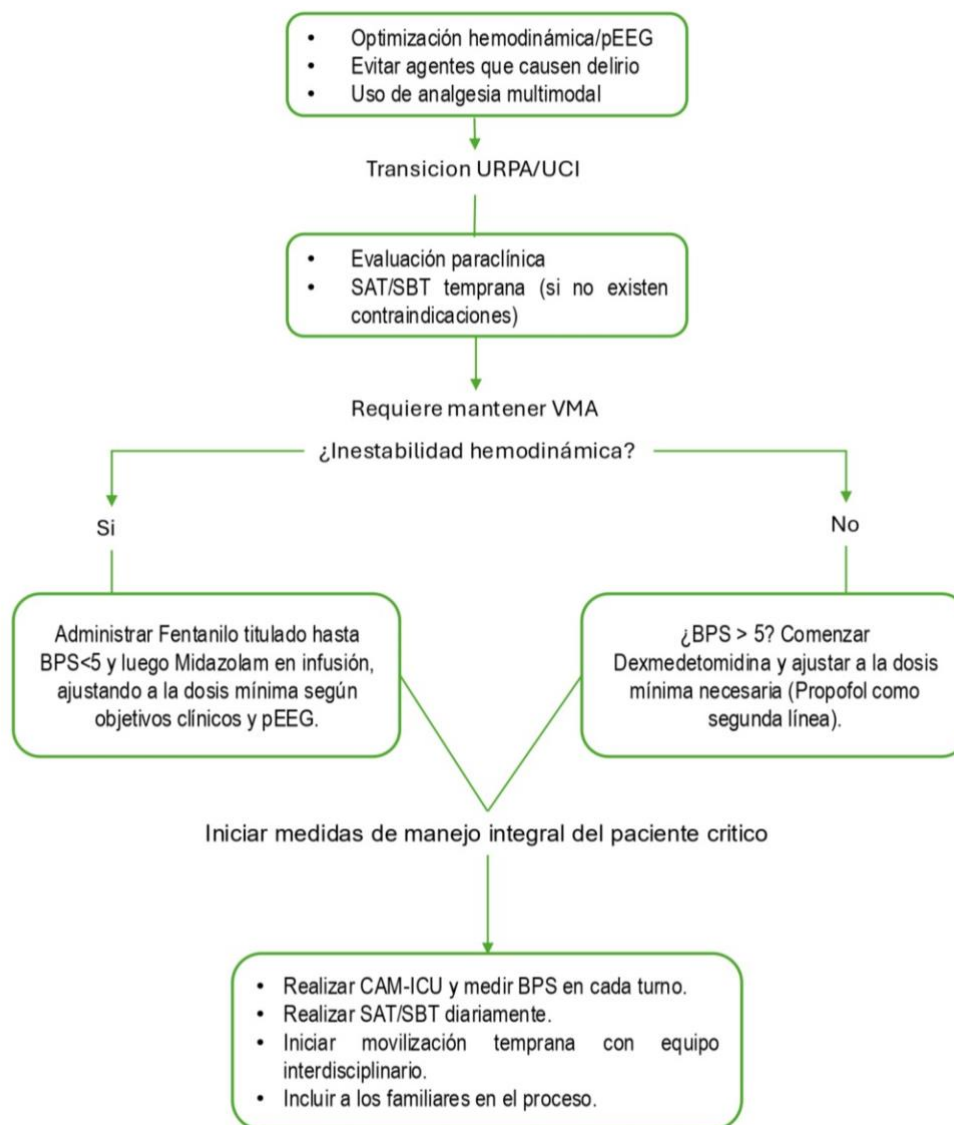
34. Risk factors for postoperative pulmonary complications in elderly patients over 70 years old undergoing thoracoscopic lobectomy. *J Thorac Dis.* 2023;15(5):2041–2050. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11091990/>
35. Neto AS, Hemmes SNT, Barbas CSV, Beiderlinden M, Fernández-Bustamante A, Futier E, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *The Lancet Respiratory Medicine.* 2016 Apr;4(4):272–80.
36. Shah NM, Hart N, Kaltsakas G, et al. Prolonged weaning from mechanical ventilation: who, what, when and how? *Breathe (Sheff).* 2024;20(3):240122. doi:10.1183/20734735.0122-2024. PMID: 39660085
37. Fan E, Zakhary B, Amaral A, McCannon J, Girard TD, Morris PE, et al. Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. An Official ATS/ACCP Clinical Practice Guideline. *Annals of the American Thoracic Society.* 2017 Mar;14(3):441–3.
38. Rashidi M, Asghari N, Hasanpour Dehkordi A. The effect of using Richmond Agitation and Sedation Scale on hospital stay duration and dependency rate on the intensive care. *J Educ Health Promot.* 2020;9:61.
39. De Bels D, Devriendt J, Saugel B, et al. Sedation for adult ICU patients: a narrative review including a comparison of sedation scales. *J Intensive Med.* 2023;3(3):177–185.
40. Gelb AW, Morriss WW, Johnson W, Merry AF, Abayadeera A, Belii N, et al. World Health Organization-World Federation of Societies of Anaesthesiologists (WHOWFSA) international standards for a safe practice of anesthesia. *Anesth Analg.* (2018) 126:2047–55. doi: 10.1213/ANE.0000000000002927

41. Rasulo FA, Hopkins P, Lobo FA, Pandin P, Matta B, Carozzi C, Romagnoli S, Absalom A, Badenes R, Bleck T, Caricato A, Claassen J, Denault A, Honorato C, Motta S, Meyfroidt G, Radtke FM, Ricci Z, Robba C, Taccone FS, Vespa P, Nardiello I, Lamperti M; International Expert Panel on EEG Monitoring. Processed electroencephalogram-based monitoring to guide sedation in critically ill adult patients: recommendations from an international expert panel-based consensus. *Neurocrit Care*. 2023;38(2):296-311. doi:10.1007/s12028-02201565-5.
42. Guay CS. Clinical electroencephalography for anesthesiologists and intensivists: part 2—physiologic signatures and active management. *Anesthesiology*. 2025;143:1595-1618.
43. Sun Y, Wei C, Cui V, Xiu M, Wu A. Electroencephalography: Clinical Applications During the Perioperative Period. *Front Med (Lausanne)*. 2020;7:251.
44. Wildes TS, Mickle AM, Ben Abdallah A, et al. Effect of electroencephalography-guided anesthetic administration on postoperative delirium among older adults undergoing major surgery: The ENGAGES randomized clinical trial. *JAMA*. 2019;321(5):473–483.
45. Deschamps A, Denault A, Cartier N, et al. Electroencephalography-Guided Anesthesia and Delirium in Older Adults After Cardiac Surgery: The ENGAGESCanada Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2024;332(2):112–123.
46. Neuman MD, Feng R, Carson JL, et al. Spinal or General Anesthesia for Hip-Fracture Surgery in Older Adults (REGAIN). *N Engl J Med*. 2021;385:1963-1973.
47. Li T, Li J, Yang S, et al. Regional vs General Anesthesia for Hip Fracture (RAGA). *JAMA*. 2022;327(1):50-58.
48. Likhvantsev VV, Grebenchikov OA, Kushnareva MV, et al. The correlation between intraoperative EEG suppression and postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol*. 2024; 24:370.
49. SCCM | ICU liberation bundle (A-F) [Internet]. Society of Critical Care Medicine (SCCM). 2025. Disponible en: <https://sccm.org/Clinical->

[Resources/ICULiberation-Home/ABCDEF-Bundles](#)

50. Khan BA, Fadel WF, Tricker JL, Carlos WG, Farber MO, Hui SL, et al. Effectiveness of Implementing a Wake Up and Breathe Program on Sedation and Delirium in the ICU. *Critical Care Medicine* [Internet]. 2014 Dec [cited 2020 Jan 8];42(12):e791–5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4311879/>
51. Alvanzo A, Kleinschmidt K, Kmiec J, Kolodner G, Marti G, Murphy W, et al. Physician Health Programs National Association of Addiction Treatment Providers National Association of Clinical Nurse Specialists National Commission on Correctional Health Care [Internet]. 2020 Jan. Disponible en: https://downloads.asam.org/sitefinity-production-blobs/docs/defaultsource/quality-science/the_asam_clinical_practice_guideline_on_alcohol-1.pdf?sfvrsn=ba255c2_0

APÉNDICE. Algoritmo de manejo en paciente geriátrico que requiere ventilación mecánica postoperatoria



ANEXO. Licencia de publicación



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Johnny Alejandro Vargas Morales, con cédula de identidad 1-1520-0457, en mi condición de autor del TFG titulado Protocolo para escogencia de hipnosedación en paciente geriátrico que requiere ventilación mecánica postoperatoria.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Johnny Alejandro Vargas Morales

Número de Carné: C29911 Número de cédula: 1-1520-0457

Correo Electrónico: alejhovarmor@hotmail.com

Fecha: 14 diciembre, 2025 Número de teléfono: +(506) 8301-0070

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dr. Esteban Soto Ramírez

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.