

Eva Ballesteros Garrido

**FACTORES PREDICTIVOS Y PRONÓSTICO DE LA
REINTUBACIÓN EN EL PACIENTE CRÍTICO**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Dirigido por el Dr. Gonzalo Sirgo y la Dra. María Bodí

Grado de Medicina



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2025

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	5
2.1. Paciente crítico	5
2.1.1. ¿Cómo se organiza una UCI?	5
2.1.2. Criterios de ingreso	5
2.2. Ventilación mecánica.....	7
2.2.1. Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI).....	7
2.2.2. Ventilación Mecánica Invasiva (VMI)	8
2.2.3. Modalidades de Ventilación Mecánica	8
2.3. Weaning	9
2.3.1. Prueba de respiración espontánea (PRE)	10
2.4. Extubación	11
3. HIPÓTESIS	12
4. OBJETIVO PRINCIPAL	12
5. OBJETIVOS SECUNDARIOS	12
6. MATERIAL Y MÉTODOS	12
6.1. Población de estudio	12
6.2. Recogida de datos	13
6.3. Variables de estudio	14
6.4. Análisis estadístico	15
7. RESULTADOS	16
7.1. Análisis univariado	16
7.1.1. Características de los pacientes	17
7.1.2. Fármacos preextubación	18
7.1.3. Variables ventilatorias en VMI	18
7.1.4. Eventos adversos preextubación	18
7.1.5. Signos vitales preextubación	19
7.1.6. Valores de laboratorio preextubación	19
7.1.7. Tipo de soporte postextubación.....	19
7.1.8. Resultados clínicos	¡Error! Marcador no definido.
7.2. Análisis multivariado	19
8. DISCUSIÓN	22
9. CONCLUSIÓN	24
10. BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	29

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: la reintubación en UCI es un evento adverso asociado a mayor morbimortalidad y representa un indicador clave de calidad en el proceso de retirada de la ventilación mecánica.

OBJETIVO: identificar qué factores de riesgo están asociados a reintubación a través del uso de secundario de los datos del Sistema de Información Clínica (SIC), y evaluar su impacto en el paciente crítico.

MATERIAL Y MÉTODOS: estudio observacional retrospectivo unicéntrico en el Servicio de Medicina Intensiva del Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII entre noviembre de 2013 y diciembre de 2024. Los datos se obtuvieron del SIC, extrayéndolos y transformándolos, utilizando Python 3.0 y SQL. Se excluyeron aquellas variables que tenían > 30% de missings. Se analizaron las variables asociadas a la reintubación y el impacto de la reintubación en términos de neumonía asociada a ventilación mecánica (NAV), días de estancia en la UCI (Unidad de Cuidados Intensivos), días de ventilación mecánica invasiva (VMI) y mortalidad. Se realizó un análisis univariado utilizando el Test de chi cuadrado o Fisher para las variables categóricas, y el test de T-Student y U Mann-Whitney para las variables continuas. Variables con un $p < 0.05$ se consideraron significativas. Se realizó un análisis multivariado mediante regresión logística, incluyendo las variables que resultaron significativas en el análisis multivariado y/ las clínicas relevantes. La precisión de los modelos se analiza con el área bajo la curva. Aquellas variables que mostraron un VIF (Variance Inflation Factor) < 5 fueron eliminadas.

RESULTADOS: se incluyeron a 1329 pacientes (152 reintubados (11'5%) y 1177 no reintubados (89'5%) y 63 variables (demográficas, comorbilidades, clínicas, de laboratorio y resultados). Los pacientes reintubados presentaron niveles de Presión Soporte más elevados preextubación (10 vs 8 cmH₂O, $p < 0.002$) y más número de días de VMI (7 vs 6 días, $p < 0.004$). Asimismo, los pacientes reintubados presentaron un GCS ligeramente inferior ($p < 0.001$). Sin embargo, se muestra que un 42% de pacientes reintubados estaban recibiendo antibiótico en el momento de la extubación frente al 57% de pacientes no reintubados ($p < 0.001$). En cuanto a los tipos de soporte postextubación, los pacientes que utilizaron oxigenoterapia convencional en comparación con los que utilizaron VMNI o CNAF tuvieron una mayor tasa de reintubación (43% vs 16% vs 14%, respectivamente). Por último, los pacientes reintubados mostraron mayor incidencia de NAV postextubación (11% vs 2%, $p < 0.001$), más días de VMI totales (16 vs 7 días, $p < 0.001$), más días en UCI (24 vs 12 días, $p < 0.001$) y mayor mortalidad (21% vs 6%, $p < 0.001$).

CONCLUSIONES: se ha demostrado que con los datos del SIC se permite analizar los factores de riesgo asociados a reintubación. Se ha comprobado que la reintubación conlleva más días de VMI mayor incidencia de NAV, estancia en UCI y mortalidad, coincidiendo con lo descrito en la literatura.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Paciente crítico

Se define al paciente crítico como aquel que está en riesgo vital o potencial, y que requiere cuidados intensivos especializados. Esta definición incluye también al potencial donante de órganos [1].

La Medicina Intensiva surge formalmente durante la epidemia de la poliomielitis en Copenhague en 1953, cuando Bjorn Ibsen introdujo la ventilación manual con presión positiva como alternativa más eficaz al “pulmón de acero”, logrando una drástica reducción de la mortalidad. Esta experiencia marcó el inicio del concepto moderno de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) [2,3].

Con el tiempo se desarrollaron sistemas de monitorización avanzada, equipos interdisciplinarios y escalas de evaluación clínica que permitieron una atención más eficaz y segura. También surgió el principio de “menos es más”, enfocándose en minimizar el daño y personalizar el soporte vital. Hoy en día, las UCIs se benefician de los sistemas de extensión que permiten identificar precozmente a pacientes en deterioro clínico [3].

2.1.1. ¿Cómo se organiza una UCI?

La organización de una UCI debe de garantizar seguridad, eficiencia y atención de calidad, bajo el marco de la gobernanza clínica, que se estructura en los siguientes ejes [4]:

1. **Atención centrada en el paciente y su familia:** mejora la satisfacción, reduce el delirio y el agotamiento personal.
2. **Trabajo en equipo y comunicación eficaz:** mediante rondas interprofesionales y trasposos estructurados.
3. **Gestión del personal y bienestar:** incluye listas de verificación, auditorías, benchmarking y sesiones de morbilidad para mejorar la seguridad del paciente.
4. **Simulación multidisciplinar:** permite la mejora de habilidades técnicas y no técnicas, además de identificar fallos del sistema.

2.1.2. Criterios de ingreso

El criterio fundamental de ingreso es la reversibilidad del cuadro clínico. Según el American College of Critical Care Medicine de la Society of Critical Care Medicine (1999) establecieron unos criterios de admisión [1]:

- **Prioridad 1 (alta):** enfermos inestables con necesidad de monitorización y tratamiento intensivo. Pacientes en estado de shock, disfunciones orgánicas y pacientes post cirugías complejas.

- **Prioridad 2 (alta):** enfermos que precisan monitorización intensiva y que podrían requerir una intervención inmediata solo posible en una UCI.
- **Prioridad 3 (media):** enfermos con una capacidad de recuperación reducida por su enfermedad de base o por la naturaleza de su patología aguda.
- **Prioridad 4 (baja):** enfermos sin indicación de ingreso en una UCI, que solo han de ser admitidos de forma individual y por razones de coyuntura. Se incluyen pacientes en estado terminal y enfermos con escasas probabilidades de requerir una intervención inmediata.

Por otro lado, según la clasificación del Departamento de Salud del Reino Unido, los pacientes beneficiarios de cuidados intensivos serían los pertenecientes al nivel 2 y 3 de la Tabla 1.

Nivel	Descripción de los cuidados
0	Pacientes cuyas necesidades pueden ser atendidas en una unidad de hospitalización convencional de hospital de agudos.
1	Pacientes en riesgo de que su condición se deteriore, o que provienen de un nivel más alto de cuidados, cuyas necesidades de cuidados pueden ser satisfechas en hospitalización convencional con asesoramiento y apoyo del equipo de cuidados críticos.
2	Pacientes que requieren observación más frecuente o intervención, incluido el soporte a un sistema orgánico, o cuidados postoperatorios o aquellos que provienen de niveles más altos de cuidados.
3	Pacientes que requieren soporte respiratorio avanzado o soporte respiratorio básico junto con, al menos, soporte a dos sistemas orgánicos. Este nivel incluye todos los pacientes complejos requiriendo soporte por fallo multiorgánico.

Tabla 1. Clasificación del Departamento de Salud de Reino Unido

Sin embargo, el perfil actual del paciente en UCI se ha transformado por el envejecimiento poblacional y la mejora en la supervivencia de enfermedades crónicas. Aunque los pacientes mayores son más frecuentes, la edad por sí sola no debe considerarse un criterio excluyente, ya que el pronóstico depende más de la gravedad del cuadro agudo, la función basal y otros factores como el uso de vasopresores o el fracaso del destete [5]. Asimismo, los pacientes oncológicos ingresan cada vez más por complicaciones agudas relacionada con su enfermedad. Aunque en general presentan buenos resultados, aquellos con cáncer de pulmón avanzado, mal estado funcional o necesidad de soporte multiorgánico siguen teniendo un mal pronóstico [6].

En este contexto, el trabajo interprofesional es esencial. La colaboración efectiva entre médicos, enfermeros, fisioterapeutas y otros especialistas, especialmente mediante rondas multidisciplinarias, mejora la toma de decisiones y la calidad del cuidado. Esta interdependencia se basa en la comunicación, el respeto mutuo y la cohesión del equipo, claves para la seguridad del paciente y la eficacia del tratamiento [7,8].

2.2. Ventilación mecánica

La ventilación mecánica (VM) es una estrategia terapéutica que consiste en mantener el intercambio gaseoso y disminuir o sustituir el trabajo respiratorio para reducir el consumo de oxígeno de los tejidos en situaciones de insuficiencia respiratoria hipercápnica con o sin hipoxemia, alteraciones neurológicas y/o cardiovasculares o necesidad de sedación profunda. Este soporte permite mejorar el intercambio gaseoso, aumentar la oxigenación arterial, reducir el trabajo respiratorio y optimizar el volumen pulmonar al final de la espiración, favoreciendo la recuperación mientras se trata la causa subyacente [9,10]. Pero también hay que tener en cuenta que pueden surgir complicaciones como son: infecciones (entre ellas la neumonía asociada a la ventilación mecánica), lesión pulmonar inducida por ventilador (barotrauma, volutrauma, atelectrauma), toxicidad del oxígeno (atelectasias, aumento de las resistencias vasculares y vasoconstricción cerebral y coronaria), efectos hemodinámicos (presión intratorácica elevada puede afectar negativamente a la poscarga y a la función del ventrículo derecho; hipotensión por uso de sedantes), delirium por uso de sedantes y consecuencias a largo plazo que afectan tanto a nivel físico, cognitivo y mental (denominado síndrome post cuidados intensivos) [11].

2.2.1. Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI)

La VMNI se administra sin necesidad de intubación orotraqueal, a través de una mascarilla nasal o facial ajustada al rostro del paciente. Reduce las complicaciones derivadas de la intubación y de la estancia hospitalaria y aumenta la supervivencia. Está indicada especialmente en casos de insuficiencia respiratoria aguda hipercápnica, como en el edema agudo de pulmón o en las reagudizaciones de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), así como en la ventilación domiciliar de pacientes con insuficiencia respiratoria crónica [9, 12, 13, 14, 15].

No obstante, existen contraindicaciones absolutas, como la parada cardiorrespiratoria o la imposibilidad de ajustar la mascarilla, y otras relativas, como la inestabilidad hemodinámica, el sangrado digestivo alto, el estado de agitación o la incapacidad para proteger la vía aérea. Cabe destacar que el uso de la VMNI en el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) ha sido históricamente controvertido, aunque actualmente se están explorando subgrupos de pacientes en los que esta modalidad podría ser eficaz [16, 17].

2.2.2. Ventilación Mecánica Invasiva (VMI)

Se entiende por VMI aquella que requiere la intubación orotraqueal del paciente, en situaciones más graves, como el fallo respiratorio severo, la parada respiratoria, la hipoxemia refractaria al tratamiento convencional o el fracaso de la VMNI. También está indicada ante una disminución del nivel de conciencia ($GSC < 9$) o un deterioro ácido-base que no mejora con medidas no invasivas [10].

2.2.3. Modalidades de Ventilación Mecánica

Actualmente, la ventilación mecánica (VM) funciona creando una presión positiva externa que introduce aire en los pulmones a través de una vía aérea artificial, ya sea de modo invasivo o no invasivo. Esta presión vence la resistencia de las vías aéreas y expande los alveolos evitando su colapso y facilitando el intercambio gaseoso.

En la ventilación controlada por presión, se mantiene una presión constante durante la inspiración, mientras que, en la ventilación por volumen, cada ciclo respiratorio proporciona un volumen fijo, independientemente del esfuerzo del paciente [18]:

- **Ventilación mecánica asistida-controlada (acv):** entre los modos ventilatorios más utilizados se encuentra la ventilación asistida-controlada (ACV), en la que el ventilador administra un número fijo de respiraciones, pero también puede responder a los esfuerzos respiratorios del paciente. En la modalidad controlada, el ventilador actúa de manera total cuando el paciente no es capaz de iniciar la respiración por sí mismo [18, 19].
- **Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (simv):** permite combinar respiraciones espontáneas con las programadas por el ventilador, siendo útil para el destete progresivo de la VM [19].
- **Ventilación por presión soporte (psv):** la ventilación con presión soporte (PSV) es una modalidad asistida, en la que el ventilador responde a cada esfuerzo inspiratorio del paciente con un nivel de presión preestablecido. Este modo facilita la sincronía entre paciente y máquina, reduce la necesidad de sedación y favorece la desconexión del ventilador [19].
- **Ventilación con presión positiva continua en las vías aéreas (cpap):** consiste en la aplicación de una presión positiva continua en la vía aérea a un único nivel, manteniendo una presión constante durante todo el ciclo respiratorio. La acción de la CPAP se basa en la reducción del shunt intrapulmonar mediante el reclutamiento de unidades alveolares colapsadas, con mejoría de la capacidad residual pulmonar y de la distensibilidad pulmonar [20].
- **Ventilación con presión positiva de dos niveles (bipap):** el modo BiPAP aplica dos niveles de presión: uno inspiratorio (IPAP) y otro espiratorio (EPAP), lo que permite mayor control

en pacientes con respiración espontánea. Este modo puede configurarse en distintas variantes: **espontáneo (S)**, donde el paciente marca completamente el ritmo; **espontáneo/temporizado (ST)**, en el que el respirador asiste si el paciente no inicia la respiración en un tiempo determinado; y **temporizado (T)**, donde la frecuencia respiratoria es completamente controlada por el ventilador [20].

2.3. Weaning

Consiste en el proceso que comprende desde el descenso del soporte ventilatorio en los pacientes con VM hasta la desconexión de esta una vez se ha resuelto la causa del fallo respiratorio. Representa un reto clínico significativo, ya que puede ocupar hasta el 40% del tiempo total de VM. Se debe diferenciar de la extubación, que es el momento concreto de la retirada del tubo endotraqueal (TET). El del *weaning* se clasifica con la prueba de respiración espontánea (PRE), y según la tolerancia del paciente, se clasifica en tres tipos: **weaning simple** (extubación exitosa tras la primera PRE), **difícil** (hasta tres PRE o extubación dentro de los 7 días), y **prolongado** (más de tres PRE o más de 7 días). Mientras que la mayoría de los pacientes presentan un *weaning* simple y buen pronóstico, aquellos con procesos difíciles o prolongados tienen una mayor tasa de mortalidad. [21]

La fase clave es la evaluación diaria del estado del paciente para determinar si está preparado para iniciar el *weaning*. Es necesario que cumpla una serie de criterios que se mencionan en Tabla 2. Consiste en ir disminuyendo progresivamente el soporte del respirador hasta que el paciente sea capaz de mantener un volumen minuto adecuado con un volumen tidal (V_t) correcto y una FR <25 rpm con una PS de 7, PEEP < 8 y $FiO_2 < 50\%$.

Los predictores más utilizados para evaluar la probabilidad de éxito incluyen el volumen minuto, la frecuencia respiratoria, el volumen tidal y el índice de respiración rápida y superficial (FR/ V_t), aunque su capacidad predictiva es limitada [21].

VALORACIÓN OBJETIVA PARA WEANING
1. Enfermedad que motivó la intubación resuelta
2. Fase de despertar. Descenso de sedación, sin relajantes neuromusculares.
3. Impulso respiratorio presente.
4. Oxigenación adecuada.
5. Estabilidad hemodinámica.
6. No infección descontrolada

Tabla 2. Valoración inicio weaning

2.3.1. Prueba de respiración espontánea (PRE)

La Prueba de Respiración Espontánea (PRE) es una herramienta diagnóstica fundamental en el proceso de retirada de la VM, cuyo objetivo es valorar la capacidad del paciente para mantener una respiración eficaz sin asistencia ventilatoria significativa. Puede realizarse mediante diferentes modalidades, como el uso de una pieza en T o presión de soporte (PSV). En pacientes con EPOC, la CPAP ha demostrado mejores tasas de éxito que la pieza en T. La modalidad ATC puede ser útil cuando el tubo endotraqueal es de pequeño calibre, aunque no ha mostrado superioridad frente a la PSV baja [21, 22, 23].

Aunque no es lo habitual, existen casos en los que no es necesaria la realización de la PRE debido al uso de sistemas de *weaning* automático, donde algoritmos ajustan los parámetros del ventilador en función de la respuesta del paciente, demostrando beneficios en la reducción de la duración del destete, de la VM, de la estancia en UCI y de la mortalidad [24].

Además de evaluar la idoneidad para la desconexión de la VM, la PRE aporta ventajas como la reducción de la sedación, la evaluación neurológica, el fortalecimiento de la musculatura respiratoria y la mejora en la eliminación de secreciones [22].

Para la realización de la PRE, el paciente debe cumplir criterios clínicos que incluyen: mejoría del cuadro respiratorio, estabilidad hemodinámica y respiratoria, capacidad para iniciar el esfuerzo respiratorio, y una adecuada protección de la vía aérea. Estos criterios abarcan parámetros como la oxigenación ($FiO_2 \leq 40-50\%$, $PEEP < 8 \text{ cmH}_2\text{O}$), estabilidad cardiovascular (ausencia de hipotensión, isquemia o arritmias graves), un nivel adecuado de conciencia ($GCS > 13$ o > 8 en neurocríticos) y una adecuada gestión de secreciones y reflejo de la tos. La duración de la PRE no debe exceder los 120 minutos, ya que una prolongación innecesaria puede generar fatiga muscular y complicaciones hemodinámicas [21, 22].

Los criterios de fracaso de la PRE se agrupan en cuatro grupos [42]:

1. **Cardiovasculares:** frecuencia cardíaca $> 140 \text{ lpm}$ o aumento $> 20\%$ del valor basal; tensión arterial sistólica < 90 o $> 180 \text{ mmHg}$, arritmia de nueva aparición.
2. **Respiratorios:** $SatO_2 < 90\%$ con $FiO_2 > 50\%$, $FR > 35 \text{ rpm}$ o $> 50\%$ FR basal, $pH < 7.3$ o aumento $CO_2 > 10 \text{ mmHg}$ respecto al basal.
3. **Permeabilidad vía aérea:** evaluación del nivel de conciencia ($GCS > 13$ o > 8 en neurocríticos), cantidad de secreciones, tos efectiva (mediante pico flujo espiratorio máximo $> 160 \text{ L/min}$) y test de fuga (indicador del riesgo de edema laríngeo postextubación).

4. **Signos de respuesta disfuncional a la desconexión de la VM:** disociación toraco abdominal, uso de musculatura accesoria, tiraje abdominal, sudoración, agitación o alteración del nivel de consciencia.

Escala de Puntuación para Secreciones Endotraqueales		
Nivel Secreciones	Descripción	Frecuencia de Aspiraciones
1	No	c/4-6h: 0-1 aspiraciones
2	Leve	c/3-4h: 1 aspiración
3	Moderado	c/2-3h: 2 o más aspiraciones
4	Abundante	Aspiración horaria o más frecuente

Tabla 3. Cantidad de secreciones

VALORACIÓN TEST DE FUGA		
Modo ventilatorio	Test Positivo	Test Negativo
Controlado por Volumen	Fuga < 110 ml	Fuga > 110 ml
Controlado por volumen	Fuga < 15 % Vt	Fuga > 15% Vt
Modos asistidos (CPAP)	Ausencia de sonido	Presencia de sonido
Tubo en T	No valorable	No valorable

Tabla 4. Test de fuga

Ante pacientes que muestren un test positivo, está indicado iniciar tratamiento con glucocorticoides y posponer la extubación [22].

2.4. Extubación

La extubación representa la etapa final del proceso de destete de la ventilación mecánica, mediante la cual se retira el tubo endotraqueal del paciente, siempre que haya superado con éxito la PRE y presente condiciones clínicas favorables para mantener una ventilación espontánea y proteger adecuadamente su vía aérea. El paciente debe estar despierto, colaborador, y en posición semisentada. Se recomienda suspender la nutrición enteral 2 horas antes del procedimiento y realizar una monitorización completa de signos vitales y estado neurológico. La aspiración bucofaringea previa es esencial para evitar broncoaspiraciones [22, 25].

La técnica tradicional consiste aspiración a través del tubo endotraqueal, seguida de desinflado del balón y retirada del tubo con el catéter de aspiración. Es importante la aspiración de las secreciones, porque las que se queden por encima del balón pueden ser colonizadas días después [25].

Durante el proceso de extubación, existen complicaciones propias del retiro de la vía aérea artificial que pueden requerir la reintubación. Las complicaciones más frecuentes son: obstrucción de la vía aérea superior, hipoxemia, parálisis uni- o bilateral de las cuerdas vocales y broncoaspiración [25].

El fracaso de la extubación se define como la necesidad de reintubación dentro de las 48h posteriores a la extubación programada [26, 27]. Diversos estudios identifican múltiples **factores de riesgo** asociados, como edad avanzada (>65 años), uso de vasopresores, elevadas cifras de troponinas cardíacas, uso de anticoagulantes, entre otros [28, 29]. Además, todos los estudios llegan a una conclusión en común, que los pacientes reintubados tienen una mayor mortalidad, un mayor número de días de hospitalización y un aumento de las complicaciones que los pacientes no reintubados [28-33].

3. HIPÓTESIS

El uso secundario de los datos recogidos en la historia clínica podría redefinir los factores de riesgo asociados a la reintubación en UCI mediante el uso de sistemas de recopilación de datos de forma continua.

4. OBJETIVO PRINCIPAL

Identificar qué factores están asociados a reintubación a través del uso secundario de los datos del SIC.

5. OBJETIVOS SECUNDARIOS

Evaluar el impacto de la reintubación: mortalidad, días de VMI, estancia en UCI, y NAV.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Población de estudio

Se trata de un estudio observacional retrospectivo unicéntrico en un Servicio de Medicina Intensiva polivalente de 28 camas del Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona entre noviembre de 2014 y diciembre de 2024. Se incluyeron pacientes ≥ 18 años con VMI >48 horas. Criterios de exclusión: adecuación del tratamiento del pronóstico vital, extubación terminal, autoextubación y pacientes en los que se realizó traqueostomía. Finalmente se incluyeron a 1329 pacientes, de los cuales 152 fueron reintubados (11'5%).

El protocolo fue aprobado por el Comité Ético de Investigación del centro (CEIm Instituto de Investigación Sanitaria Pere Virgili, Ref. 040/2025, se muestra en Anexo 1). No se requirió consentimiento informado para la realización del presente estudio, ya que se trata de un estudio

observacional en el que no se llevó a cabo ninguna intervención sobre los sujetos participantes. Todos los datos analizados fueron obtenidos de forma retrospectiva y se pseudoanonimizaron, respetando los principios éticos y la normativa vigente en materia de protección de datos.

6.2. Recogida de datos

Los datos se extrajeron de la base de datos de la UCI, que se genera a partir de la información almacenada durante el proceso de atención a los pacientes en el Sistema de Información Clínica, SIC (Centricity Critical Care by General Electric) [34].

El SIC almacena la información recogida de los dispositivos a pie de cama de los pacientes, incluida la monitorización y la ventilación mecánica, cada dos minutos y los parámetros de resultados de laboratorio. Además, de la información que introducen los profesionales durante la atención al paciente crítico en la UCI. Ilustración 1

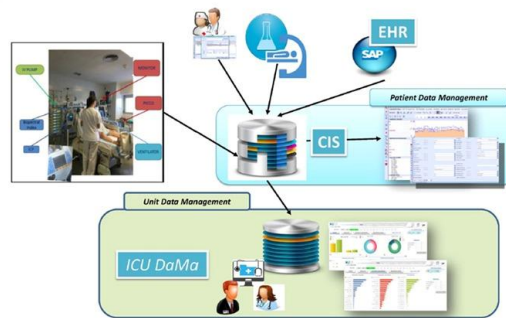


Ilustración 1. Proceso de recopilación de datos

Estos datos almacenados en el servidor del SIC, se extrajeron, transformaron y cargaron (ETL) utilizando Python 3.10 y SQL para poder pseudoanonimizarlos por el responsable del tratamiento de datos, y posteriormente analizarlos. Ilustración 2

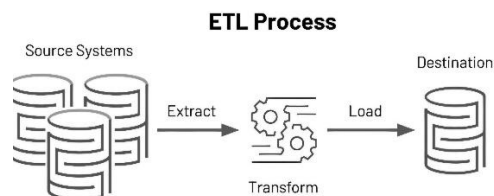


Ilustración 2. Proceso ETL

Se excluyeron aquellas variables con más del 30% de datos faltantes, debido al alto riesgo de sesgo y pérdida de fiabilidad asociado a la imputación en contextos con escasez de datos. Para el resto de las variables, dado que proporciones inferiores al 30% de ausencia son generalmente aceptadas en análisis estadísticos robustos, se optó por incluirlas sin imputación. Esta decisión responde a un

enfoque conservador ante la incertidumbre sobre el mecanismo de ausencia, y busca minimizar el riesgo de introducir distorsiones estadísticas artificiales [35-37].

6.3. Variables de estudio

➤ Variables generales:

Dentro de las características generales de los pacientes, se incluyeron variables demográficas (edad, sexo, índice de masa corporal (IMC)), motivo de ingreso según el Conjunto Mínimo Básico de Datos de las Unidades de Cuidados Intensivos (CMBD-UCI) elaborado por la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) [38], tipo de paciente (médico o quirúrgico), tipo de admisión en UCI (urgente o programada), scores de gravedad a las 24h de ingreso en UCI como la escala de "Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II" y la escala de "Sepsis Organ Failure Assessment" (APACHE II y SOFA) [39,40], comorbilidades como hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedad obstructiva crónica, insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedad renal crónica y asma (HTA, DM, EPOC, ICC, ERC, respectivamente), el índice de comorbilidad de CHARLSON, el número de días de previo ingreso a UCI y número de días hasta extubación.

➤ Variables relacionadas con el tratamiento:

Fármacos utilizados previa extubación: morfina, midazolam, relajantes neuromusculares, utilizados durante el ingreso en UCI hasta extubación, y antibióticos y amins 24h previos a la extubación.

➤ Variables clínicas:

La mediana de los signos vitales las 6h antes de la extubación como: presión arterial sistólica (PAS), presión arterial media (PAM), frecuencia cardíaca (FC), temperatura (T^a), escala de coma de Glasgow (GCS) mínimo, y una puntuación en la escala visual analógica >3 (EVA). Otros como el balance hídrico acumulado durante la estancia en UCI y balance hídrico, diuresis, peor SOFA y nivel de sedación mediante Escala de Agitación-Sedación de Richmond (RASS) durante las 24h preextubación.

➤ Variables específicamente respiratorias:

Se analizaron las medianas de las variables respiratorias 6h antes a la extubación: fracción inspirada de oxígeno (FiO_2), saturación periférica de oxígeno (SpO_2), pH, Sp/FiO_2 [41] (en lugar de PaO_2/FiO_2 , ya que esta no estaba registrada en todos los pacientes), presión arterial de dióxido de carbono ($PaCO_2$), volumen tidal (V_t), frecuencia respiratoria (FR), presión positiva al final de la espiración (PEEP), presión soporte (PS) y el número de días de uso. También se incluyeron el número

de aspiraciones las 24h previas a la extubación, los días de ventilación mecánica pre-extubación y el lugar de intubación (intra o extra-UCI).

➤ VARIABLES DE EVOLUCIÓN:

Se registraron los eventos adversos preextubación como neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAV), delirium 48h previas y bacteriemia.

Como resultados clínicos, NAV postextubación, los días de VMI, estancia en UCI y la mortalidad en esta unidad.

➤ VARIABLES DE LABORATORIO:

Hemoglobina, creatinina, urea en las últimas 24h preextubación

➤ VARIABLES RELACIONADAS CON EL PROTOCOLO DE EXTUBACIÓN:

El número de factores de riesgo de reintubación en pacientes reintubados y no reintubados, siendo estos IMC > 30kg/m², edad > 65 años, VMI > 7días, EPOC e ICC. Tipo de soporte ventilatorio postextubación (VMNI, CNAF y oxigenoterapia convencional) y tiempo de uso [42].

6.4. Análisis estadístico

Las variables categóricas se expresan como porcentajes. Para las variables continuas se consideró la distribución normal de las variables y dependiendo de ello, se presentó en media (+/- DE) o mediana (Q1-Q3).

En el análisis univariado se utilizaron los tests de chi cuadrado o Fisher, en el caso de las variables categóricas, y el test de T-Student y U Mann-Whitney para las variables continuas. Para los análisis multivariados se usó la regresión logística binaria y la precisión de los modelos se analiza con el área bajo la curva (AUC). Los coeficientes de regresión logística se convierten en Odds Ratio (OR) para interpretar de una forma más fácil la influencia de cada una de las variables independientes en la variable dependiente. Se estudió la correlación entre las variables que resultaron significativas y/o las clínicas relevantes. Así, las variables que mostraron un VIF (Variance Inflation Factor) > 5 se eliminaron del análisis multivariado. Este factor mide cuánto se ve afectada la varianza de un coeficiente de una variable en un modelo de regresión debido a la colinealidad con otras variables independientes, es decir, muestra si una variable está demasiado relacionada con otras del modelo.

Se estableció como nivel de significación estadística un valor de $p < 0,05$ [43] para evitar falsos resultados debido al gran volumen de datos.

7. RESULTADOS

7.1. Análisis univariado

A continuación, se presentan los resultados del análisis comparativo entre los pacientes que requirieron reintubación (n = 152) y aquellos que no fueron reintubados (n = 1177). La resume las características demográficas, clínicas y ventilatorias de la cohorte estudiada. Criterios de exclusión: adecuación del tratamiento del pronóstico vital (n = 127), extubación terminal (n = 45), autoextubación (n = 118) y pacientes en los que se realizó traqueostomía (n = 426). Finalmente se incluyeron a 1329 pacientes, como se observa en Figura 1, de los cuales 152 fueron reintubados (11'5%).

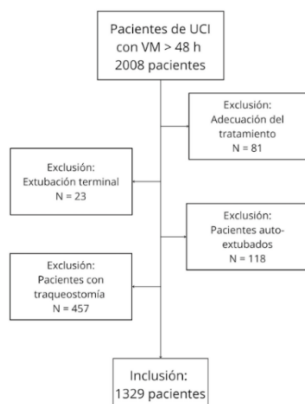


Figura 1. Flowchart: criterios de inclusión

		MISSINGS, %	TOTAL (n 1329)	NO REINTUBADOS (n 1177)	REINTUBADOS (n 152)	P-VALOR
CARÁCTERÍSTICAS PACIENTES						
Edad, media (DS)		0	62 (50-71)	61 (50-71)	62 (49-72)	0.36
Hombre, n (%)		0	858 (67)	767 (67)	101 (66)	0.99
IMC, media (DS)		0.4	27 (24-30)	27 (24-31)	27 (24-30)	0.96
HTA, n (%)		0	628 (47)	562 (48)	66 (43)	0.36
EPOC, n (%)		0	179 (13)	155 (13)	24 (16)	0.45
Asma, n (%)		0	10 (1)	10 (1)	0 (0)	0.62
DM, n (%)		0	313 (24)	284 (24)	29 (19)	0.20
ERC, n (%)		0	125 (9)	115 (10)	11 (8)	0.26
ICC, n (%)		0	96 (7)	85 (7)	11 (8)	0.95
CHARSLON, n (DS)		47	3 (1-5)	3 (1-5)	3 (2-6)	0.18
Tipo de admisión, n (%)	Urgente	3	1249 (97)	1107 (97)	142 (98)	0.61
	Programado		39 (3)	36 (3)	3 (2)	
Patología de admisión, n (%)	Médico	0.2	820 (62)	724 (62)	96 (63)	0.79
	Quirúrgico		506 (38)	450 (38)	56 (37)	
	Otros		594 (50)	537 (50)	57 (46)	
Motivo de ingreso SEMYCIUC, n (%)	Neurocrítico	0	296 (25)	257 (24)	39 (31)	0.22
	Respiratorio		303 (25)	274 (26)	29 (23)	
	Otros		594 (50)	537 (50)	57 (46)	
APACHE II ingreso, mediana (Q1-Q3)		0.4	19 (14-25)	19 (14-25)	20 (15-25)	0.05
SOFA ingreso, mediana (Q1-Q3)		28	5 (3-7)	5 (3-7)	5 (3-7)	0.12
Nº Factores de riesgo, mediana (Q1-Q3)		0.6	1 (1-2)	1 (1-2)	1 (1-2)	0.12
Días hasta extubación, mediana (Q1-Q3)		0	7 (4-11)	7 (4-11)	8 (5-13)	0.01
FÁRMACOS PREEXTUBACIÓN						
Nº pacientes con sedantes, n (%)		2	1300 (98)	1150 (98)	150 (99)	0.76
Horas de sedación, mediana (Q1-Q3)		2	12 (0-54)	11 (0-52)	23 (1-71)	0.19
Midazolam, n (%)		18	1087 (82)	972 (83)	125 (82)	1
Horas de midazolam, mediana (Q1-Q3)		18	69 (33-122)	67 (32-121)	78 (41-131)	0.03
Mórficos, n (%)		7	1235 (93)	1092 (93)	143 (94)	0.67
Horas de mórficos, mediana (Q1-Q3)		7	33 (4-77)	32 (5-77)	38 (2-80)	0.49
Bloqueantes musculares, n (%)		0	334 (25)	301 (26)	33 (22)	0.35
Aminas, n (%)		18	1065 (82)	944 (82)	121 (87)	0.16
Horas con aminas, mediana (Q1-Q3)		18	48 (16-109)	48 (15-106)	54 (22-136)	0.16
Dosis aminas 6h preextubación (mcg/kg/min), media (DS)		0	0.1 (0-0.1)	0.1 (0-0.1)	0.1 (0-0.1)	0.35
Antibiótico 24h previo extubación, n (%)		0	735(55)	671 (57)	64 (42)	0.001
VARIABLES VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA						

FiO2 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	2	30 (30-35)	30 (30-35)	30 (30-35)	0.17	
SpO2 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	0.2	98 (96-99)	98 (96-99)	97 (96-98)	0.006	
SpO2/FiO2 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	2	319 (269-333)	320 (269-333)	310 (270-330)	0.19	
Vt/Kg peso ideal 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	8	7 (6-8)	7 (6-8)	7 (6-8)	0.38	
FR 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	9	18 (16-21)	18 (16-21)	19 (16-21)	0.17	
PEEP 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	6	5 (5-7)	5 (5-6)	6 (5-7)	0.14	
PS 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	21	8 (8-11)	8 (8-10)	10 (8-12)	0.002	
Nº aspiraciones 24h preextubación, mediana (Q1-Q3)	2	4 (3-6)	4(2-6)	5 (3-7)	0.11	
Días PS preextubación, mediana (Q1-Q3)	15	5 (3-9)	5 (3-8)	6 (3-10)	0.1	
Días VMI preextubación, mediana (Q1-Q3)	0	6 (4-10)	6 (4-10)	7 (5-12)	0.004	
Lugar de intubación, n (%)	IntraUCI	0	481 (37)	52 (34)	0.55	
	ExtraUCI		828 (63)	728 (63)		100 (66)
EVENTOS ADVERSOS PREEXTUBACIÓN						
Neumonía asociada a VM (NAV), n (%)	0	65 (5)	57 (5)	8 (5)	0.98	
CAMICU positivo 48h preextubación, n (%)	0	52 (4)	44 (4)	8 (5)	0.49	
Bacteriemia, n (%)	0	6 (0.5)	5 (0.4)	1 (0.7)	0.52	
SIGNOS VITALES PREEXTUBACIÓN						
PAS 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	2	128 (117-137)	128(118-138)	127 (114-135)	0.08	
PAM 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	0.1	90 (81-99)	90 (81-99)	90 (80-100)	0.72	
FC 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	0	85 (74-96)	85 (74-95)	86 (77-101)	0.02	
Tª 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	0.1	36.6 (36.2-37.1)	36.6 (36.2-37.1)	36.6 (36.3-37)	0.76	
BH acumulado preextubación, mediana (Q1-Q3)	33	-0.03 (-3.4; 3.1)	-0.06 (-3.4; 3)	-0.13 (-2.1; 4.1)	0.39	
BH últimas 24h preextubación, mediana (Q1-Q3)	0	-0.6 (-1.4; 0.2)	-0.6 (-1.4; 0.2)	-0.6 (-1.3; 0.2)	0.60	
Diuresis horaria 24h preextubación (ml), mediana (Q1-Q3)	0.23	80 (58-113)	80 (58-113)	77 (59-113)	0.88	
GCS mínimo 6h preextubación, media (DS)	16	11 (10-11)	11 (10-11)	11 (10-11)	0.001	
RASS 24h preextubación, n (%)	>1	0	133 (10)	13 (9)	0.36	
	-1, 0, 1		1164 (88)	1031 (88)		133 (87)
	<-1		32 (2)	26 (2)		6 (4)
EVA > 3 6h preextubación, mediana (Q1-Q3)	0	64 (5)	56 (5)	8 (4)	0.94	
VALORES LABORATORIO PREEXTUBACIÓN						
Hemoglobina 24h preextubación, mediana (Q1-Q3)	6	9 (8-10)	9 (8-10)	9 (8-01)	0.72	
Creatinina 24h preextubación, mediana (Q1-Q3)	7	0.7 (0.5-1)	0.7 (0.5-1)	0.7 (0.4-0.9)	0.11	
Urea 24h preextubación, mediana (Q1-Q3)	8	58 (41-87)	58 (41-87)	57 (41-88)	0.94	
TIPO DE SOPORTE POSTEXTUBACIÓN						
VMNI, n (%)	0	173 (13)	148 (13)	25 (16)	0.23	
CNAF, n (%)		169 (13)	147 (12)	22 (14)	0.57	
Oxigenoterapia convencional, n (%)		868 (65)	803 (68)	65 (43)	< 0.001	
Horas de soporte postextubación, mediana (Q1-Q3)	13	10 (0-28)	11 (0-30)	7 (0-22)	0.06	
RESULTADOS CLÍNICOS						
NAV postextubación, n (%)	0	41 (3)	24 (2)	17 (11)	< 0.001	
Días de VMI totales, mediana (Q1-Q3)*	0	7 (4-13)	7 (4-11)	16 (11-26)	< 0.001	
Días en UCI, mediana (Q1-Q3)*	0	13 (8-20)	12 (8-19)	24 (17-37)	< 0.001	
Mortalidad, n (%)	0	98 (7)	66 (6)	32 (21)	< 0.001	
IMC, índice de masa corporal; HTA, hipertensión arterial; EPOC, enfermedad obstructiva crónica; DM, diabetes mellitus; ERC, enfermedad renal crónica; ICC, insuficiencia cardíaca congestiva; CHARLSON, índice de comorbilidad; SEMICYUC, sociedad española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias; APACHE II, Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II; SOFA, Sequential Organ Failure Assessment; FiO2, fracción inspirada de oxígeno; SpO2, saturación de oxígeno; SpO2/FiO2...; FR, frecuencia respiratoria; PEEP, presión positiva al final de la espiración; PS, presión soporte; VMI, ventilación mecánica invasiva; NAV, neumonías asociada a ventilación; CAMICU, Método de Evaluación de la Confusión en la Unidad de Cuidados Intensivos; PAS, presión arterial sistólica; PAM, presión arterial media; FC, frecuencia cardíaca; Tª, temperatura; BH, balance hídrico; GCS, escala de coma de Glasgow; RASS, Escala de Sedación y Agitación de Richmond; EVA, escala visual analógica; VMNI, ventilación mecánica no invasiva; CNAF, cánulas nasales de alto flujo.						
*Calculado solo en supervivientes						

Tabla 5. Análisis univariado de factores de riesgo asociados a reintubación

7.1.1. Características de los pacientes

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en cuanto a la edad, el sexo y el índice de masa corporal (IMC). En cuanto a la presencia de comorbilidades, incluido el Índice de comorbilidad de Charlson, tampoco se evidenciaron diferencias significativas entre ambos subgrupos.

Respecto al tipo de admisión, la mayoría de los pacientes en ambos grupos ingresaron de forma urgente (97% en el grupo sin reintubación y 98% en el grupo de reintubados, $p = 0.61$). En cuanto al motivo principal de ingreso (según la SEMIYUC), no se encontraron diferencias significativas en la distribución de las diferentes categorías. Al igual que ocurre en los dos tipos de paciente (médico o quirúrgico).

Asimismo, la gravedad de los pacientes al ingreso en la UCI, evaluada mediante las escalas APACHE II y SOFA, tampoco mostró diferencias significativas entre ambos grupos. Tampoco se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el número de factores de riesgo: >65 años, IMC > 30 kg/m², VMI > 7 días, EPOC e ICC.

Por el contrario, se evidenció que los pacientes reintubados tuvieron un mayor tiempo de ingreso hasta que se extubó respecto al subgrupo que no fue reintubado (p 0.01), con una mediana de 8 días (5-13) vs 7 días (4-11), respectivamente. Los pacientes que pasan más días hospitalizados en UCI tienen más posibilidades de ser reintubados.

7.1.2. Fármacos preextubación

Los pacientes que requirieron reintubación tuvieron más horas de empleo de sedación con midazolam (p = 0.03), con una mediana de 67h en los pacientes no reintubados y 78h de empleo en los pacientes reintubados. Adicionalmente, se observó que en el grupo de pacientes reintubados, solo el 42% estaban recibiendo antibióticos en el momento de la extubación. Sin embargo, el grupo de pacientes no reintubados el 57% de pacientes estaba recibiendo antibióticos (p = 0.001).

No se encontraron diferencias significativas en el uso o duración de otros fármacos como otros sedantes, mórnicos, bloqueantes musculares o aminas.

7.1.3. Variables ventilatorias en VMI

Los pacientes reintubados mostraron una saturación de oxígeno (SpO₂) 6h previas a la extubación significativamente inferior (p = 0.006) respecto a los no reintubados [mediana de 97% (96-98) vs 98% (96-99), respectivamente]. En contraste, la presión de soporte (PS) utilizada fue significativamente mayor en el grupo de reintubados (10 vs 8, p = 0.002). Los niveles de FiO₂, volumen tidal ajustado a peso ideal, frecuencia respiratoria y PEEP no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Además, se observó que los pacientes reintubados tuvieron más días de ventilación mecánica previos a la extubación que los pacientes no reintubados [7 días (5-12) vs 6 días (4-10), respectivamente] (p = 0.004). La frecuencia de aspiraciones durante las 24h previas a la extubación y el lugar donde se realizó la intubación no presentaron asociaciones significativas con la reintubación.

7.1.4. Eventos adversos preextubación

Las complicaciones previas a la extubación no mostraron asociaciones significativas con la posterior reintubación. La NAV, la positividad del test CAMICU (que valora la presencia de delirium) 48h preextubación y la presencia de bacteriemia fueron comparables entre los pacientes no reintubados y aquellos reintubados.

7.1.5. Signos vitales preextubación

En el grupo de reintubados presentaban una mediana de 87lpm en comparación con los pacientes no reintubados con 85lpm ($p = 0.02$). De la misma manera, la mediana del GCS mínimo en las 6h previas a la extubación fue estadísticamente significativo ($p=0.001$), lo que quiere decir que el grupo de pacientes reintubados tenían un nivel de conciencia ligeramente inferior justo antes de la retirada de la ventilación mecánica [11 (10-11) vs 11 (10-11), respectivamente].

No se encontraron diferencias en la PAS, la PAM, la Tª, el balance hídrico acumulado, el balance hídrico en las últimas 24h, la diuresis horaria o puntuación RASS. Tampoco se encontraron diferencias en la escala EVA > 3 en las 6h antes de la extubación.

7.1.6. Valores de laboratorio preextubación

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de hemoglobina, creatinina o urea.

7.1.7. Tipo de soporte postextubación

En los pacientes reintubados se utilizó menos la oxigenoterapia convencional, mientras que en el grupo de pacientes no reintubados se utilizó con más frecuencia (43% vs 68%, $p < 0.001$). Esto explica porque en los pacientes que tienen una evolución más favorable o menos factores de riesgo solo necesitan oxigenoterapia convencional, mientras que aquellos con mayor grado de insuficiencia respiratoria requirieron un soporte ventilatorio más avanzado. Una vez analizados se asociaron a los distintos tipos de ventilación postextubación como se puede observar en la Figura 2, donde se muestra que a mayor número de factores de riesgo disminuye el uso de oxigenoterapia convencional y aumenta el uso de cánulas nasales de alto flujo (CNAF) y VMNI como soporte ventilatorio postextubación.

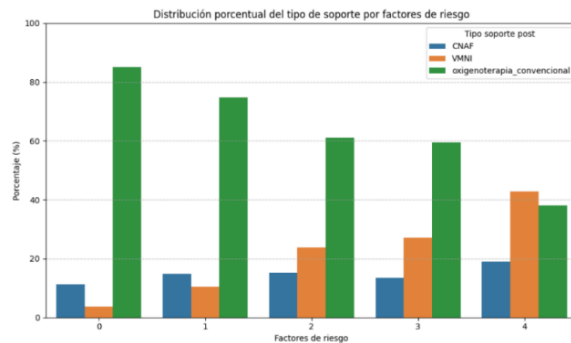


Figura 2. Soporte respiratorio postextubación según factores de riesgo presentes

7.2. Análisis multivariado

A continuación, se realizó un análisis de regresión logística multivariada con el fin de identificar los factores que se asocian de forma independiente con la reintubación en la población estudiada. Las

variables incluidas son aquellas que resultaron significativas en el análisis univariado y/o las que los clínicos les resultaron clínicamente relevantes. La capacidad de discriminación del modelo fue moderada, con un área bajo la curva (AUC) de 0.6258, lo que indica que el modelo tiene cierta capacidad predictiva. Los resultados se presentan en la Figura 3.

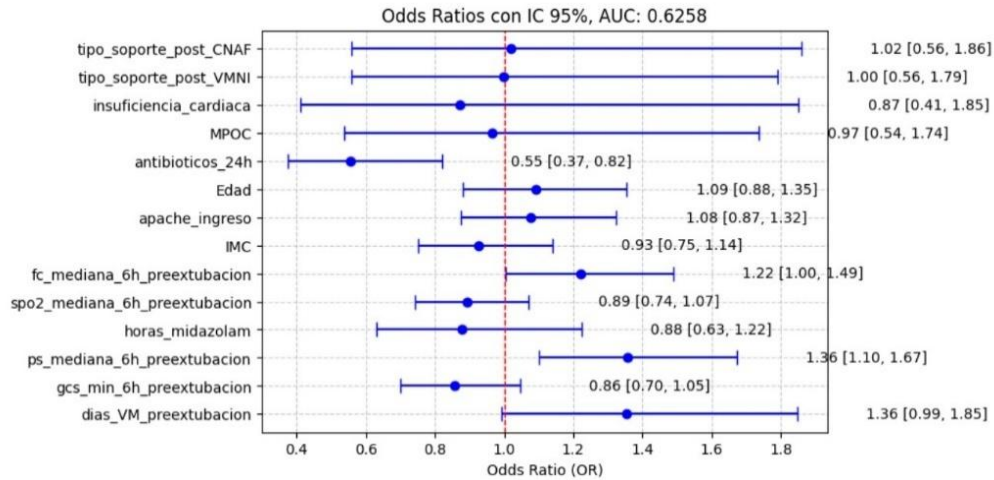


Figura 3. Análisis multivariado de factores de riesgo asociados a reintubación

El análisis multivariado reveló que la administración de antibióticos en las 24h previas a la extubación apareció como un factor protector independiente frente a la reintubación. Lo que quiere decir que los pacientes que recibieron este tratamiento antibiótico presentaron una reducción significativa de la reintubación, con un OR 0.55 [IC 95% 0.37-0.82; $p < 0.05$].

Por el contrario, tanto la frecuencia cardíaca (FC) registrada en las 6h previas a la extubación como la presión soporte (PS) aplicada durante el mismo período se identificaron como factores de riesgo independientes de reintubación. Un aumento de una unidad en la FC se asoció con un incremento del 22% de posibilidades de reintubación con un OR 1.22 [IC 95% 1.00-1.49; $p < 0.05$], mientras que un aumento de una unidad en la PS se tradujo en un aumento del 36% de posibilidades de reintubación con un OR 1.36 [IC 95% 1.10-1.67; $p < 0.05$].

Por otro lado, la duración de la ventilación mecánica previa a la extubación no mostró un mayor riesgo de reintubación, con un OR de 1.36 [IC 95% 0.99-1.85].

Según el análisis realizado, podemos observar que tanto el soporte ventilatorio post extubación en CNAF y VMNI comparado con la oxigenoterapia convencional, no muestran diferencias significativas en la reintubación.

En la Figura 4 podemos observar cómo ha ido disminuyendo el uso de la oxigenoterapia convencional con la implementación del nuevo protocolo postextubación que se creó en la UCI del Hospital

Universitari Joan XXIII en enero de 2023 y en la Figura 5 podemos observar cómo ha ido disminuyendo el fracaso de la extubación coincidiendo con la implementación del nuevo protocolo.

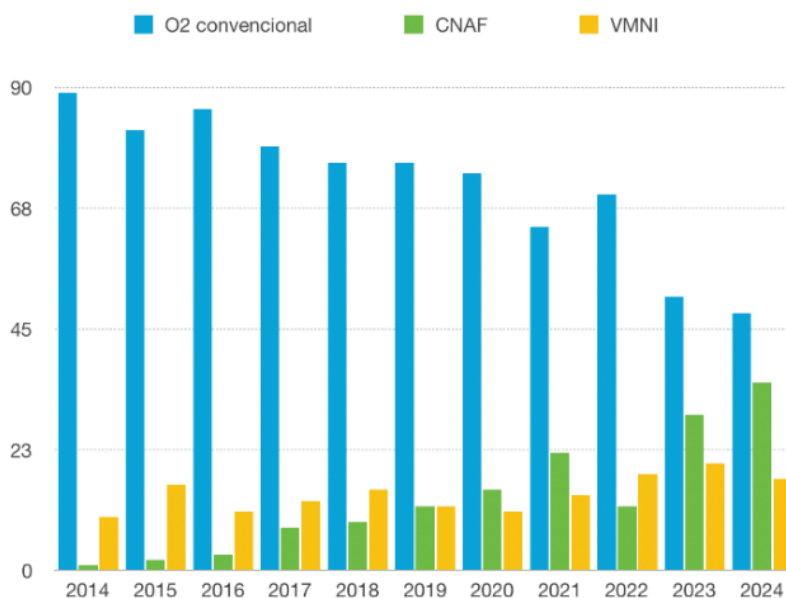


Figura 4. Evolución del soporte no invasivo postextubación a lo largo de los años

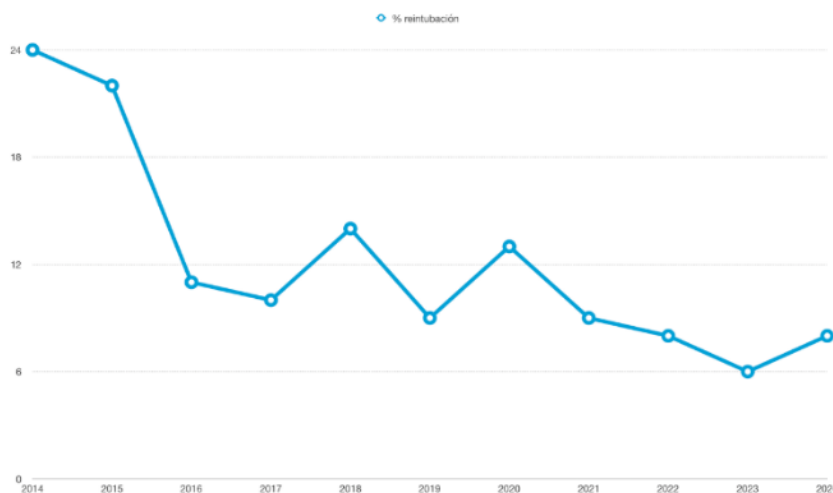


Figura 5. Evolución de la reintubación a lo largo de los años

7.3. Impacto de la reintubación

Los pacientes reintubados presentaron de forma significativa una mayor tasa de NAV (11% vs 2%, $p < 0.001$), más días de ventilación mecánica (mediana 16 días vs 7 días, $p < 0.001$), más días de estancia en UCI (mediana de 24 vs 12 días, $p < 0.001$) y una mayor mortalidad (21% vs 6%, $p < 0.001$)

8. DISCUSIÓN

Hasta donde alcanza la revisión bibliográfica que soporta la realización de este TFG, el presente estudio acomete la adquisición de los datos desde una manera original y eficiente: haciendo un uso secundario de los datos almacenados en el SIC.

Los datos se extraen mediante el programa SIC (Centricity Critical Care by General Electric) y este, almacena la información que recopila de los dispositivos a pie de cama de los pacientes, incluyendo datos sobre monitorización, y la ventilación mecánica cada dos minutos, y los parámetros de laboratorio. Además, también almacena la información introducida manualmente por los profesionales durante el proceso de atención al paciente crítico en la UCI. Esta metodología supone una ventaja sobre numerosos estudios previos en el campo de la ventilación mecánica y la extubación, los cuales dependen frecuentemente de la revisión retrospectiva de historias clínicas de pacientes [28-30]. Esta metodología manual para extraer los datos de los pacientes de sus historias clínicas introduce varias limitaciones como la posibilidad a errores en la transcripción y a omitir datos, sobre todo en entornos clínicos de alta carga asistencial como es la UCI. Además, la temporalidad en la que se recogen los datos es un factor a tener en cuenta, pues con este sistema podemos obtener una representación continua, detallada y precisa del estado fisiológico de nuestro paciente.

El presente estudio ha evidenciado como la proporción de pacientes que se reintuban ha ido disminuyendo a lo largo de los años gracias a la implementación del protocolo de la UCI del Hospital Universitari Joan XXIII y también ha permitido objetivar el impacto de las diferentes acciones a lo largo del tiempo, mostrando cómo ha ido disminuyendo el uso de la oxigenoterapia convencional gracias a este nuevo protocolo.

En cuanto a los factores que se asocian a la reintubación en el presente estudio, la asociación de una mayor presión soporte con el fracaso de la extubación ya había sido descrito previamente [44]. Asimismo, en el análisis multivariado, la PS mediana 6h preextubación también resultó como un predictor significativo de la reintubación con un OR 1.36 (1.10-1.67), como habían sugerido en estudios previos lo que sugiere que cifras elevadas de esta variable se asocian con un peor pronóstico vital [45]. Una diferencia fundamental entre aquellos estudios y el presente es el valor de la PS. Estudios clásicos consideran el último valor de PS [50], en nuestro estudio se ha considerado la mediana de PS de las 6h previas a la extubación, confiriendo un valor más estable y preciso.

Esto podría abrir las puertas a nuevas investigaciones sobre la toma de decisiones clínicas en el *weaning* y posterior extubación para realizarla con éxito, y que no haya lugar para la reintubación.

Es destacable que el tipo de soporte respiratorio empleado tras extubar al paciente (CNAF o VMNI, en comparación con la oxigenoterapia convencional) no se identificó como un predictor independiente significativo de la reintubación. Sin embargo, es importante interpretar este hallazgo con cuidado. La selección de la modalidad de soporte postextubación se basa en una evaluación clínica del riesgo de fallo respiratorio tras la extubación, que considera factores de riesgo como la gravedad de la enfermedad de base, la presencia de comorbilidades respiratorias y la capacidad del paciente para mantener una ventilación espontánea adecuada. De forma que la VMNI se emplea típicamente en pacientes con factores de riesgo, como pacientes con edad avanzada, obesidad, patología respiratoria y/o cardiovascular. En caso contrario, se usan las CNAF con menor riesgo de reintubación que la oxigenoterapia convencional [46-48]. Aunque estudios muestran que el uso de VMNI y CNAF como profilaxis para la reintubación en pacientes de bajo riesgo no mostró diferencias significativas en comparación con la oxigenoterapia convencional [48].

Por último, es destacable que el uso de antibiótico las 24h preextubación ha mostrado asociación significativa entre el uso de estos y la menor necesidad de reintubación. Lo que podría significar que el uso de antibióticos está asociado con un menor riesgo de reintubación. Además, en el análisis multivariado el uso de antibioticoterapia mostró un efecto protector en el periodo preextubación con un OR 0.55 (0.37-0.82), lo que quiere decir que aquellos que han llevado antibióticos las 24h previas a la extubación asocian un 45% menos de riesgo de reintubación, lo que podría influir de forma importante en la práctica clínica. Sin embargo, la evidencia que existe sobre este tema es limitada, y nuestros resultados contrastan con la falta de información sobre esta asociación. Aunque el uso de antibióticos se usa de forma común en pacientes críticos con sospecha o confirmación de infección, su uso para la profilaxis de la reintubación todavía no está estudiado. Por tanto, ante la falta de literatura, sería conveniente realizar futuras investigaciones para confirmar nuestros resultados y estudiar los mecanismos implicados en la asociación observada. Así como para determinar una estrategia terapéutica óptima de administración de antibióticos en el contexto de la extubación.

Entre las limitaciones identificadas en este estudio, se ha de considerar que se trata de un estudio en un único centro, y que idealmente debería validarse en otros centros a través de un estudio multicéntrico. Por otro lado, existen variables que dependen del registro manual de los profesionales en el SIC. Aunque es importante considerar que el equipo establece diferentes metodologías para garantizar la calidad de los datos, y probablemente este hecho sea poco relevante a la hora del análisis de los datos.

Este estudio ha mostrado como el uso secundario de los datos de los SIC permiten analizar el proceso de atención a los pacientes críticos, y realizar estudios clínicos, sin necesidad de bases de datos paralelas que requieren de esfuerzo de los clínicos para el registro manual de datos.

9. CONCLUSIÓN

Este estudio ha permitido evidenciar diferencias con los estudios clásicos en cuanto a los factores asociados con reintubación en el paciente crítico. Lo que sí se ha comprobado es que la reintubación conlleva más días de VMI, una mayor estancia en UCI y un aumento de la mortalidad. Sin embargo, se abren las puertas a la investigación con el resultado protector que confiere la administración de antibióticos 24h previas de la extubación.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Nicolás JM, Ruiz Moreno J, Jiménez Fábrega X. Enfermo crítico y emergencias. 2ª ed. España: Elsevier; 2020
2. Cárdenas Ruiz JRGA. Perspectiva histórica de la medicina intensiva española. En: Tratado de Medicina Intensiva. 2ª ed. España: Elsevier; 2022. p. 2-6
3. Kelly FE, Fong K, Nolan JP. Intensive care medicine is 60 years old: the history and future of the intensive care unit. *Clin Med (Lond)*. 2014 Aug;14(4):376-9.
4. Careno L, Costantini E, Cecconi M. Clinical governance in intensive care medicine. *Intensive Care Med*. 2024 Dec;50(12):2154-7
5. Lee SI, Koh Y, Huh JW, Hong SB, Lim CM. Characteristics and prognostic factors of very elderly patients admitted to the intensive care unit. *Acute Crit Care*. 2022 Aug;37(3):372-81
6. Zampieri FG, Soares M, Salluh JI, et al. Trends in clinical profiles, organ support use and outcomes of patients with cancer requiring unplanned ICU admission: a multicenter cohort study. *Intensive Care Med*. 2021 Feb;47(2):170-9
7. Kleinpell R, Barden C, Diaz L, et al. The Society of Critical Care Medicine at 50 Years: Interprofessional Practice in Critical Care: Looking Back and Forging Ahead. *Crit Care Med*. 2021 Dec;49(12):2017-32
8. European Society of Intensive Care Medicine. What is intensive care? [Internet]. 2019 Sep 22 [citado 2025 Mar 30]. Disponible en: <https://www.esicm.org/patient-and-family/what-is-intensive-care/>
9. García Castillo E, López Díaz R, Sánchez E, et al. Ventilación mecánica no invasiva e invasiva. *Medicine (Barc)*. 2014;11(663):3759-67
10. Cárdenas Ruiz JRGA. Generalidades de la ventilación mecánica invasiva. En: Tratado de Medicina Intensiva. 2ª ed. Barcelona: Elsevier; 2022. p. 353-66
11. Pham T, Brochard L, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc*. 2017 Sep;92(9):1382-400
12. Masip J, Roque M, Sánchez B, et al. Noninvasive Ventilation in Acute Cardiogenic Pulmonary Edema: Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 2005 Dec 28;294(24):3124-30
13. Utset JM. Non-Invasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *Rev Esp Cardiol*. 2001 Sep;54(9):1023-8
14. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of COPD. 2023 GOLD REPORT. 2023 Feb 17

15. Rialp Cervera A, de la Calzada B, Pérez O, et al. Noninvasive mechanical ventilation in chronic obstructive pulmonary disease and in acute cardiogenic pulmonary edema. *Med Intensiva*. 2012;36(2):111-21
16. Cárdenas Ruiz JRGA. Ventilación no invasiva en el ámbito de los cuidados críticos. En: *Tratado de Medicina Intensiva*. 2ª ed. España: Elsevier; 2022. p. 385-96
17. Carreó-Hernández L, García Y, Rodríguez-Borregán A, et al. Noninvasive oxygenation and ventilation strategies for viral acute respiratory failure: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2025;14(1):1-15
18. López-Herce C, Carrillo A. Ventilación mecánica: indicaciones, modalidades y programación y controles. *Cuidados Intensivos Pediátricos*. 2008;6(6):321-9
19. Subirana M, Blanch L. Modalities of mechanical ventilation. *Med Intensiva*. 1999;11(1):23-32
20. Del Castillo Otero D, García M, Fernández V, et al. Ventilación Mecánica No Invasiva. *Neumosur*
21. Cárdenas Ruiz JRGA. Retirada de la Ventilación Mecánica. En: *Tratado de Medicina Intensiva*. 2ª ed. España: Elsevier; 2022. p. 397-401
22. Rodríguez JM. Prueba de Ventilación Espontánea. *Estrategias de Protección en el Paciente Crítico*. Cádiz; 2014
23. Molina-Saldarriaga FJ, Fernández-Ruiz N, Cordero-Correa D, et al. Spontaneous breathing trial in chronic obstructive pulmonary disease: continuous positive airway pressure (CPAP) versus T-piece. *Med Intensiva*. 2010;34(7)
24. Rose L, Fraser IM, Leasa D, et al. Automated versus non-automated weaning for reducing the duration of mechanical ventilation for critically ill adults and children: a Cochrane systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2015;19(1):48
25. Bosso PM, Vázquez EG, Rodríguez RL, et al. Retirada de la vía aérea artificial: extubación en Terapia Intensiva. Revisión narrativa. *Rev Argent Ter Intensiva*. 2018;35(3)
26. Fabregat MJ, Álvarez FA, Navarro NG, et al. A Machine Learning decision-making tool for extubation in Intensive Care Unit patients. *Comput Methods Programs Biomed*. 2020
27. Fajardo-Campoverdi A, Rodríguez-Rodríguez A, Martínez-Camacho I, et al. Mechanical Ventilator Release Protocol. Recommendation based on a review of the evidence. *J Mech Vent*. 2023;4(1):44-55
28. Wen R, Zhang Z, Wang D, et al. The risk factors of reintubation in intensive care unit patients. *Intensive Crit Care Nurs*. 2023;74

29. Ionescu MS, Popescu IP, Bălănescu EC, et al. Extubation Failure in Critically Ill COVID-19 Patients: Risk Factors and Impact on In-Hospital Mortality. *J Intensive Care Med.* 2021;36(9):1018-24
30. Dadam WM, Bittencourt RA, Oliveira MS, et al. Effect of Reintubation Within 48 Hours on Mortality in Critically Ill. *Respir Care.* 2024;69(7)
31. Gao F, Li Y, Zhang J, et al. The effect of reintubation on ventilator-associated pneumonia and mortality among mechanically ventilated patients: A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung.* 2016;45(4):363-71
32. Banik RK, Sharma QS, Gupta SG, et al. Incidence and Mortality Rate of Perioperative Reintubation: Case Series of 196 Patients. *AANA J.* 2021;89(6)
33. Chang TC, Chen WC, Chiu CC, et al. Risk factors for reintubation and mortality among patients who had unplanned extubation. *Nurs Crit Care.* 2023;28:56-62
34. Bodí J, Sirgo G, García G, et al. Automatic generation of minimum dataset and quality indicators from data collected routinely by the clinical information system in an intensive care unit. *Int J Med Inform.* 2021;145
35. Sterne JAC, White IR, Carlin JB, Spratt M, Royston P, Kenward MG, et al. Multiple imputation for missing data in epidemiological and clinical research: potential and pitfalls. *BMJ.* 2009;338:b2393.
36. Graham JW. Missing data analysis: making it work in the real world. *Annu Rev Psychol.* 2009;60:549–76.
37. Little RJA, Rubin DB. *Statistical analysis with missing data.* 2nd ed. Hoboken (NJ): Wiley; 2002.
38. Sirgo G, García G, García M, et al. Validation of the ICU-DaMa tool for automatically extracting variables for minimum dataset and quality indicators: The importance of data quality assessment. *Int J Med Inform.* 2018;112:166-72
39. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med.* 1985;13(10):818-29
40. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonça A, Bruining H, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med.* 1996;22:707-10
41. Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, Hayden DL, Schoenfeld DA, Ware LB. Comparison of the SpO₂/FiO₂ ratio and the PaO₂/FiO₂ ratio in patients with acute lung injury or ARDS. *Crit Care Med.* 2007;35(5):1344-50
42. Moreno SM. Protocolo Weaning Prolongado. Tarragona; 2023

43. Thiese MS, Ronna B, Ott U. P value interpretations and considerations. *J Thorac Dis.* 2016;8(9):928-31
44. Devlin JW, Skrobik Y, Gélinas C, Needham DM, Slooter AJC, Pandharipande PP, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: an official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society clinical practice guideline. *Chest.* 2017;151(1):166-80
45. Farhadi R, Akhlaghi A, Vahidi MG, Shakeri S, Rezaei A. Comparison of two levels of pressure support ventilation on success of extubation in preterm neonates: a randomized clinical trial. *Glob J Health Sci.* 2016;8(2)
46. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, Ouellette DR, Schmidt GA, Truitt JD, et al. An official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians clinical practice guideline: Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults—rehabilitation protocols, ventilator liberation protocols, and cuff leak tests. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(1):120-33
47. Hernández G, Vaquero C, Colinas L, Cuena R, González P, Canabal A, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2016;315(13):1354-61
48. Boscolo A, Pettenuzzo T, Sella N, Zarantonello F, Salvadori S, Lazzari C, et al. Noninvasive respiratory support after extubation: a systematic review and network meta-analysis. *Eur Respir Rev.* 2023;32
49. Sirgo G, García G, Martínez A, Rodríguez R, López D, Hernández G, et al. Validation of the ICU-DaMa tool for automatically extracting variables for minimum dataset and quality indicators: the importance of data quality assessment. *Int J Med Inform.* 2018;112:166-72
50. Rodríguez HP, Martín MM, López FP, Vázquez LA, Pérez EA, González ML, et al. Best clinical model predicting extubation failure: a diagnostic accuracy post hoc analysis. *Intensive Care Med.* 2025;51(1):106-14

ANEXOS

Anexo 1.



DICTAMEN COMITÈ ÈTIC DE INVESTIGACIÓ CON MEDICAMENTOS

FRANCESC XAVIER SUREDA BATLLE, Secretario del Comitè Ètic de Investigació con Medicamentos del IISPV da fe de los acuerdos aprobados con el visto bueno de JOSEP MARIA ALEGRET COLOMÉ que preside la reunió.

Este Comitè, en su reunió de fecha 06/02/2025 acta número 002/2025 se ha evaluado y decidido emitir **Informe Favorable** para que se realice el estudio titulado:

"Reintubación en UCI, un problema sin resolver: aproximación a los factores de riesgo a través de datos asistenciales obtenidos en tiempo real."

Código: —

Versión Protocolo: Versió 1.0 GENER 2025

Versión H.I.P. y Consentimiento Informado: Exención consentimiento

Promotor: INVESTIGADOR

Ref. CEIM: 040/2025

CONSIDERA QUE:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Este comité **acepta** que dicho estudio sea realizado en:

Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona por MANRIQUE MORENO, SARA del Servicio de MEDICINA INTENSIVA

En el caso que se evalúe algún proyecto en el que participe como investigador/colaborador algún miembro de este comité, se ausentará de la reunión durante la discusión del estudio.

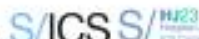
La composición actual del CEIm del Instituto d'Investigació Sanitària Pere Virgili es la siguiente:

Presidente

Dr. Josep M^a Alegret Colomé
Cardiólogo. Salut Sant Joan de Reus-Baix Camp.

Vicepresidenta

1 / 2



www.iispv.cat

Dra. Maria Teresa Auguet Quintilla
Servici de Medicina Interna, Hospital Universitari Joan XXIII. Representante de la Comissió de Investigació.

Secretario

Dr. Francesc Xavier Sureda Batlle
Profesor Titular de Farmacologia, Universitat Rovira i Virgili.

Vocales

Dra. Maria del Mar Cervera Martínez
Farmacutíca Atención Primaria – Salut Sant Joan de Reus – Baix Camp

Sra. Mònica Cots Morenilla
Unidad de Atención Usuario, Hospital Universitari Joan XXIII.

Dr. Joaquín Escribano Súbias.
Médico del Servicio de Pediatría. Representante de la Comisión de Bioética Asistencial, Salut Sant Joan de Reus-Baix Camp.

Dra. Gemma Flores Mateo
Servicio de Medicina Preventiva y Salud Pública, Xarxa Sanitària Santa Tecla

Sra. Elisabet Galve Abca
Delegada en Protección de Datos del IISPV

Sra. M. Mar Granell Barceló
Abogada / Asesora Jurídica del Comitè.

Dra. M. Francisca Jiménez Herrera

Profesora Titular Universitaria Departamento Enfermería, Universidad Rovira i Virgili

Dr. Jesús Miguel López-Dupla
Servicio de Medicina Interna Hospital Universitari Joan XXIII

Dr. Jordi Mallol Mirón
Catedrático de Farmacología.

Dr. Donis Mas Rosell
Medicina Psiquiatria - Institut Pere Mata.

Dra. M^a Angels Roch Ventura
Farmacia Hospitalaria Hospital Universitari Joan XXIII

Dr. Xavier Ruiz Plasas
Urología, Hospital Universitari Joan XXIII.

Sra. Meritxell Torres Palsal
Delegada Protección de Datos - IISPV

Sra. Mercè Vilella Papesell
Representante de la Sociedad Civil

Firma **Francesc Xavier Sureda Batlle** -
DNI 38088115T
(TCAT)

Firmado digitalmente por Francesc Xavier Sureda Batlle - DNI 38088115T (TCAT) Fecha: 2025.02.11 16:27:26 +01'00'

Dr. Francesc Xavier Sureda
Secretario CEIm IISPV

Registre de Fundacions de la Generalitat de Catalunya núm. Inscripció: 2.206 – NIF G4 88 14 045