



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Facultad de Ciencias de la Salud  
Osasun Zientzien Fakultatea

Trabajo Fin de Grado / Gradu Bukaerako Lana

Grado en Enfermería / Erizaintza Gradua

# Evaluación de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico

Maddi Osés Recalde

Director/a / Zuzendaria

Paula Escalada Hernández

Pamplona/Iruñea

Mayo, 2023 / 2023, Maiatza

## **Resumen**

La evaluación de los requerimientos nutricionales en pacientes críticos es una tarea compleja para los profesionales de las unidades de cuidados intensivos. La desnutrición es una complicación común en estos pacientes, con una alta prevalencia en todos los hospitales. El aumento en la secreción de hormonas catabólicas sumada a los factores proinflamatorios aumentados, predisponen al paciente crítico a un alto riesgo de desnutrición. En este contexto, el aporte nutricional que reciben estos pacientes suele ser limitado y/o estar interrumpido por procedimientos clínicos específicos, agravando dicha condición. La desnutrición en el paciente crítico se ha asociado a un mayor riesgo de complicaciones y a una mayor mortalidad.

La atención nutricional óptima de este tipo de pacientes requiere una determinación precisa y objetiva del gasto energético, para poder proporcionar un aporte nutricional acorde al mismo. El objetivo principal de este trabajo es identificar y valorar los métodos de evaluación de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico.

Esta revisión bibliográfica ha identificado las ecuaciones predictivas, el método de Fick y la calorimetría indirecta como los métodos más utilizados en la práctica clínica para calcular el gasto energético. Así, la literatura científica establece que la determinación adecuada del gasto energético es imprescindible para realizar una pauta nutricional acorde al mismo. A su vez, a pesar de encontrar recomendaciones concretas del aporte de macronutrientes, es imprescindible individualizar la pauta nutricional de cada paciente a sus requerimientos. La correcta evaluación y monitorización de la alimentación es clave, y enfermería tiene la responsabilidad de realizarla correctamente.

Se concluye que la calorimetría indirecta es la mejor metodología para determinar el gasto energético. La capacitación de las enfermeras en la valoración, control y monitorización de la ingesta ayudaría a mejorar los resultados en salud de los pacientes críticos.

**Palabras clave:** Requerimientos nutricionales; Nutrición clínica; Gasto energético; Paciente crítico

**Número de palabras:** 13380

## **Abstract**

Assessment of nutritional requirements in critically ill patients is a complex task for professionals in intensive care units. Malnutrition is a common complication in these patients, with a high prevalence in all hospitals. The increase in catabolic hormone secretion combined with elevated pro-inflammatory factors predispose critically ill patients to a high risk of malnutrition. In this context, the nutritional support received by these patients is often limited and/or interrupted by specific clinical procedures, exacerbating the condition. Malnutrition in critically ill patients has been associated with a higher risk of complications and mortality.

The optimal nutritional care of these patients requires an accurate and objective determination of energy expenditure to provide adequate nutrition. The main objective of this work is to identify and evaluate methods for assessing nutritional requirements in critically ill patients.

This literature review has identified predictive equations, the Fick method, and indirect calorimetry as the most commonly used methods in clinical practice to calculate energy expenditure. Thus, the scientific literature establishes that adequate determination of energy expenditure is essential for providing nutritional guidance tailored to individual patients. While specific recommendations for macronutrient intake were found, it is essential to individualize the nutritional guidance for each patient to their requirements. Proper evaluation and monitoring of nutrition are key, and nursing staff have the responsibility to perform this correctly.

In conclusion, this review identifies indirect calorimetry as the best methodology for determining energy expenditure. Training nurses in the assessment, control, and monitoring of food intake would help improve health outcomes for critically ill patients.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	6
3.1 Bases de datos y estrategias de búsqueda:.....	6
3.2 Criterios de selección y calidad de los artículos: .....	9
<b>4. RESULTADOS/DESARROLLO</b> .....	12
4.1 Evaluación de los requerimientos nutricionales:.....	12
4.1.1 Metodologías para la evaluación del gasto energético:.....	13
4.1.1.1 Ecuaciones predictivas: .....	13
4.1.1.2 Método de Fick: .....	18
4.1.1.3 Calorimetría indirecta: .....	19
4.1.2 Necesidades nutricionales en el paciente crítico: .....	19
4.1.2.1 Necesidades de macronutrientes: .....	21
4.1.2.2 Necesidades de micronutrientes: .....	25
4.1.2.3 Soporte nutricional: .....	26
4.2 Papel de la enfermería en el adecuado aporte nutricional al paciente crítico: ...	28
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	32
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	38
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b> .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Ecuaciones predictivas más utilizadas para determinar el gasto energético en el paciente crítico .....	15-16
<b>Tabla 2:</b> Recomendaciones de micronutrientes según las guías ESPEN (2019) y ASPEN (2021), con su respectivo grado de evidencia .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica .....	8
<b>Figura 2:</b> Fórmula para el cálculo del gasto energético mediante el método Fick .....	18
<b>Figura 3:</b> Ecuación de Weir .....	19

## **ABREVIATURAS**

ACT: Aporte calórico total

AF: Actividad física

ASPEN: Sociedad Americana de Nutrición Parenteral y Enteral

CR: Coeficiente respiratorio

ESPEN: Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo

GEB: Gasto energético basal

GER: Gasto energético en reposo

GET: Gasto energético total

NJE: Nutrición enteral por sonda yeyunal

NG: Nutrición enteral por sonda gástrica

OMS: Organización Mundial de la Salud

SENPE: Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral

TIA: Termogénesis inducida por los alimentos

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

VCO<sub>2</sub>: Volumen de dióxido de carbono

VO<sub>2</sub>: Volumen de oxígeno

## 1. INTRODUCCIÓN

La correcta evaluación de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico es compleja y plantea extensas dificultades a los profesionales de las unidades de cuidados intensivos (UCI) (1). Por esta razón, proporcionar una nutrición adecuada y personalizada a los requerimientos de estos pacientes es una tarea compleja, la cual dificulta el abordaje de una de las complicaciones posiblemente más prevalentes de estas unidades, la desnutrición (2).

**La prevalencia de desnutrición hospitalaria** varía según los criterios empleados para seleccionar a los pacientes y según los métodos y/o criterios utilizados para la evaluación del estado nutricional (3). En este contexto, se estima que la prevalencia de desnutrición hospitalaria, en pacientes hospitalizados en Europa y América del Norte, varía entre el 30 y el 50%, y puede alcanzar hasta el 70% en pacientes mayores de 65 años y en pacientes ingresados en UCI (3,4,5). Así, los pacientes con enfermedades crónicas, los ancianos y los pacientes con lesiones graves tienen una mayor probabilidad de presentar desnutrición (5). Entre otros posibles aspectos, esta alta prevalencia se debe a la/s enfermedad/es subyacentes, la falta de ingesta adecuada de alimentos y el estrés metabólico asociado con la enfermedad crítica (2).

**La fisiopatología de la desnutrición** en el paciente crítico comienza en la fase temprana de la enfermedad, donde la secreción de hormonas catabólicas (catecolaminas, glucagón y cortisol) está aumentada (6,7,8). Estas hormonas influyen estimulando la producción de sustancias químicas que se utilizan como fuente de energía interna, promoviendo la utilización de esta energía para las funciones celulares y metabólicas necesarias en el cuerpo. (7,8). Esta condición, sumada a factores proinflamatorios aumentados, predisponen un estado hipercatabólico en el organismo (7,8). A esta situación de necesidades energéticas aumentadas, tenemos que sumarle el comúnmente inadecuado aporte nutricional que reciben la mayoría de estos pacientes UCI (8). En este sentido, el aporte nutricional no suele ser acorde al gasto energético y a los requerimientos nutricionales del paciente y a su vez, suele estar condicionado y/o interrumpido con frecuencia debido a procedimientos complejos que se realizan en estas unidades como intubaciones, extubaciones, pruebas complementarias que

requieren de ayunas o previsión de realización de intervención quirúrgicas entre otras (8).

**La desnutrición en pacientes críticos se ha asociado con un mayor riesgo de mortalidad**, y es por ello, que determinar adecuada y objetivamente sus requerimientos nutricionales se han convertido en elementos de gran interés en los profesionales del área (9). La falta de una adecuada ingesta energética, macronutrientes o micronutrientes puede debilitar el sistema inmunológico y provocar complicaciones metabólicas y orgánicas, lo que aumenta la probabilidad de desarrollar cuadros infecciosos y fallos multiorgánicos en los pacientes en UCI (9). Además, la desnutrición puede dificultar la respuesta a los tratamientos y prolongar el tiempo de recuperación, lo que puede incrementar el riesgo de complicaciones y muerte (9). Por lo tanto, realizar una correcta evaluación de los requerimientos nutricionales y proporcionar un aporte nutricional acorde al mismo son esenciales para mejorar el pronóstico y la calidad de vida de los pacientes críticos (9).

**La atención nutricional óptima** de este tipo de pacientes requiere una determinación precisa y objetiva del gasto energético, no solo para evitar la subalimentación, situación mayoritaria y precursora de la desnutrición, sino también para evitar la sobrealimentación (10). La sobrealimentación, puede causar una sobrecarga en el sistema digestivo y causar intolerancia a los alimentos, lo que puede generar náuseas, vómitos y diarrea (11). Además, el exceso de calorías y macronutrientes puede aumentar el estrés metabólico del paciente y comprometer su función respiratoria y cardiovascular (11). Con todo lo anterior, es importante recalcar que los requerimientos energéticos y nutricionales de estos pacientes son cambiantes en el tiempo (ej., en pacientes en UCI que sufren infecciones, politraumatismos), debiendo determinar sus requerimientos energéticos de manera continuada para poder adaptar la alimentación a cada fase y condición de su proceso patológico (10,12).

**La evaluación del gasto energético** en estos pacientes es compleja, y puede dificultar la correcta estimación de los requerimientos nutricionales que cada paciente necesita (12). El gasto energético se define como la energía que necesita un organismo para realizar sus funciones vitales y mantener su homeostasis, está representado por el gasto energético basal (GEB), la actividad física (AF) y la termogénesis inducida por los



alimentos (TIA) (13). La GEB se define como la cantidad mínima de energía que nuestro cuerpo necesita para realizar las funciones vitales básicas, mantener la homeostasis y la termoneutralidad corporal, representando aproximadamente el 60-70% del gasto energético diario en la mayoría de los adultos sedentarios (13). En un paciente crítico, el GEB está significativamente aumentado debido al estrés fisiológico, la inflamación y otras respuestas metabólicas al trauma o la enfermedad aguda, por todo ello, en estos pacientes, el GEB puede suponer aproximadamente el 80-90% del gasto energético total (GET) (14). Hay que tener en cuenta, a su vez, que otros factores como la sedación o la fiebre aumentan el gasto energético total de estos pacientes (14).

La estimación del gasto energético en reposo (GER) es la medida utilizada para determinar el gasto energético de los pacientes en reposo. (13). Así como, el GEB se refiere a la cantidad mínima de energía que el cuerpo necesita para mantener sus funciones básicas en un estado de reposo completo y en condiciones óptimas (reposo completo, ayunas y temperatura óptima), el GER se refiere a la cantidad de energía que se gasta en reposo, pero no necesariamente en estas mismas condiciones óptimas. El GEB es un valor más preciso y se utiliza a menudo para calcular la ingesta calórica necesaria para una persona, mientras que el GER puede proporcionar una idea general del gasto energético de una persona en reposo (13,14).

**Actualmente en la práctica clínica**, existen diferentes pautas nutricionales para este tipo de pacientes y se proponen diferentes metodologías para medir o estimar el gasto energético: la calorimetría indirecta, el método de Fick o las ecuaciones predictivas entre las más conocidas (15,16). La precisión de cada una de ellas, el grado de invasión de la prueba, el coste, la capacidad o entrenamiento de los profesionales condicionan su uso en la práctica clínica diaria (16).

La implementación de un protocolo continuo, eficiente y efectivo para evaluar los requerimientos nutricionales de los pacientes críticos puede mejorar su estado nutricional y aumentar sus posibilidades de una recuperación favorable (11). En este sentido, es esencial determinar los métodos más precisos y viables para determinar el gasto energético y, por ende, los requerimientos nutricionales de cada paciente.

**El abordaje de la desnutrición hospitalaria debe de ser multidisciplinar**, donde los profesionales de enfermería, farmacia y medicina trabajen en equipo con el objetivo de garantizar un adecuado aporte nutricional a cada paciente. A su vez, la comunicación debe de ser efectiva entre los miembros del equipo para asegurar la nutrición óptima de los pacientes y prevenir complicaciones asociadas con la alimentación.

**En este contexto, las enfermeras son profesionales activos** en este proceso, y tienen un papel crítico en la implementación y el seguimiento de la nutrición adecuada de los pacientes en la UCI (17). Enfermería tiene responsabilidades en la evaluación y seguimiento del estado nutricional del paciente, la selección y administración de terapias nutricionales, la monitorización de la respuesta del paciente y la colaboración con otros profesionales de la salud para lograr un enfoque interdisciplinario en la atención nutricional. A su vez, deben ser conscientes de las posibles complicaciones nutricionales y tomar medidas preventivas para minimizar el riesgo de complicaciones (17).

A pesar de ello, y pese a que la mayoría de las enfermeras reconocen la importancia de la nutrición en la recuperación del paciente, existen barreras como falta de capacitación y recursos, intervenciones más prioritarias y falta de coordinación con otros profesionales de la salud, que dificultan su implicación integral en la nutrición del paciente (18).

La capacitación y educación de las enfermeras en nutrición, así como en la evaluación de los requerimientos nutricionales fomentaría una mayor implicación de estos profesionales en la nutrición del paciente crítico. A su vez, unas indicaciones claras y concretas sobre la correcta evaluación de los requerimientos nutricionales ayudarían a los diferentes profesionales sanitarios a proporcionar una atención nutricional óptima en pacientes críticamente enfermos.

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo principal de este trabajo es identificar la metodología más adecuada para realizar una correcta evaluación de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico. Los objetivos específicos serán: 1) describir los métodos más utilizados para determinar el gasto energético y los requerimientos nutricionales del paciente crítico, 2) identificar los métodos más eficaces para la determinación del gasto energético y los requerimientos nutricionales en el paciente crítico, y, 3) analizar el papel de las enfermeras en la evaluación de los requerimientos nutricionales de los pacientes críticos.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente revisión bibliográfica es una revisión narrativa que realizó dos búsquedas bibliográficas independientes. Por una parte, se ha realizado una búsqueda principal que busca responder a la siguiente pregunta de investigación siguiendo la metodología PIO, sigla que se desglosa de la siguiente manera (19):

- Población, participante o paciente: pacientes adultos en situación de enfermedad crítica. Pacientes que presentan una enfermedad o lesión grave que pone en peligro su vida y requieren atención médica intensiva para estabilizar y tratar su condición.
- Intervención: intervenciones sobre métodos y técnicas para la evaluación de los requerimientos nutricionales en los pacientes críticos.
- Resultados (del inglés *Outcome*): resultados de la evaluación de los requerimientos nutricionales en pacientes críticos, incluyendo cualquier impacto en la recuperación, complicaciones o mortalidad. Para no limitar la búsqueda en exceso no se ha incluido en la estrategia de búsqueda los términos relativos a los resultados.

Por otra parte, se ha realizado una búsqueda secundaria para analizar el papel, la responsabilidad e implicación de las enfermeras en evaluación de los requerimientos nutricionales, así como en la nutrición general de los pacientes críticos.

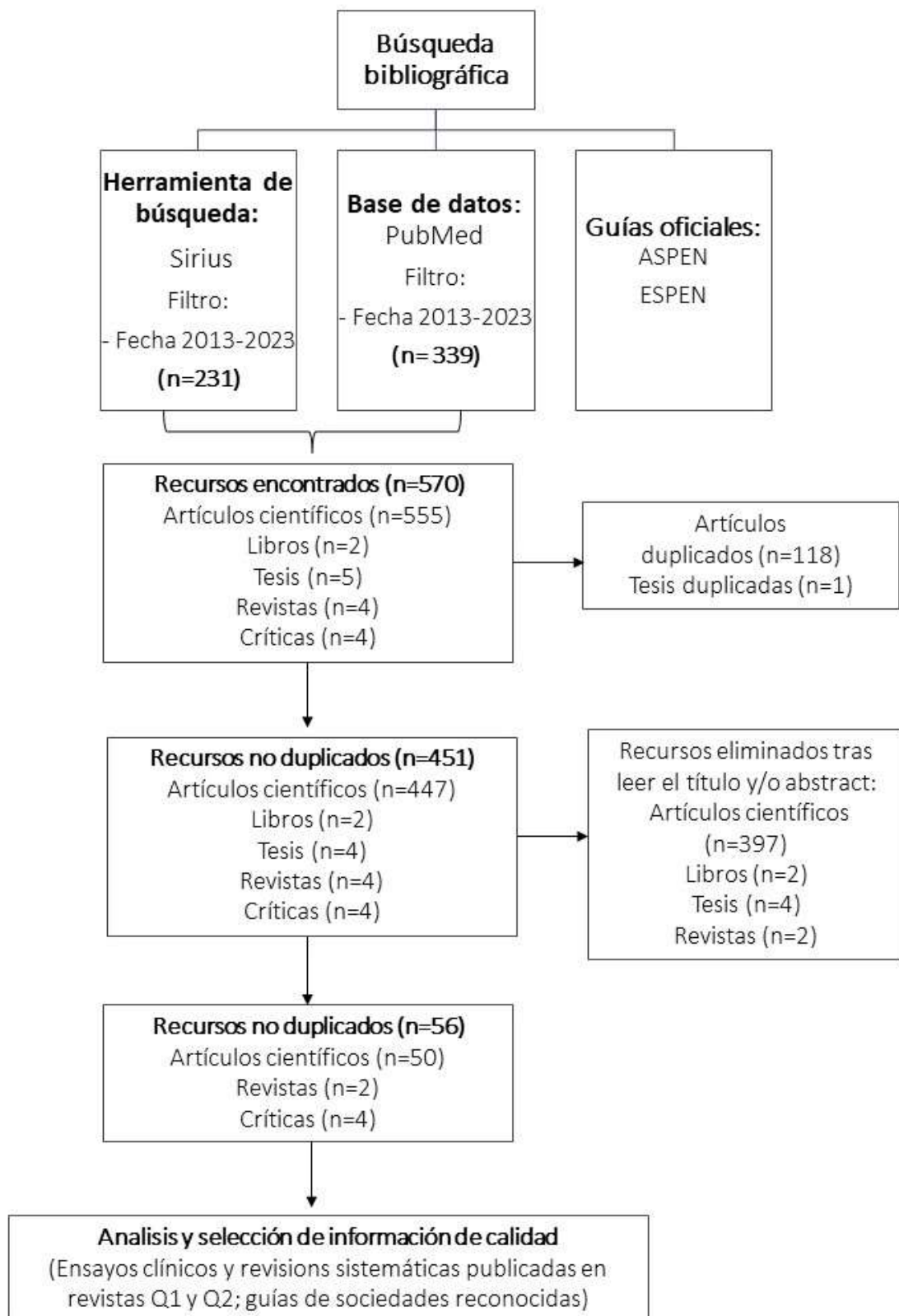
#### 3.1 Metodología de la búsqueda principal:

##### 3.1.1 Bases de datos y estrategia de búsqueda:

La búsqueda bibliográfica principal de este trabajo se ha realizado utilizando diferentes bases de datos con el objetivo de identificar ensayos clínicos y/o revisiones sistemáticas y metaanálisis de referencia en el tema de estudio. En la **figura 1** se puede observar el diagrama de flujo de la búsqueda de información y redacción del trabajo.

Se ha realizado una búsqueda general con la herramienta Sirius y se ha realizado una búsqueda exhaustiva de artículos en la base de datos Medline utilizando el buscador de PubMed. A su vez, se ha realizado búsqueda de información actualizada en páginas web oficiales referentes en el área nutrición clínica como, por ejemplo: Sociedad Española de Nutrición clínica y metabolismo (SENPE), Sociedad Europea para la Nutrición Clínica

y el Metabolismo (ESPEN) y Sociedad Americana para la Nutrición Parenteral y Enteral (de sus siglas en inglés; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN). La estrategia de búsqueda que se ha utilizado en Sirius se ha basado en una búsqueda avanzada que ha incluido los términos en inglés de gasto energético, requerimientos nutricionales y cuidados críticos (“energy expenditure” AND “nutritional requirements” AND “critical care”) y se ha filtrado la fecha, incluyendo únicamente publicaciones recientes de los últimos 10 años. El resultado de la búsqueda ha dado lugar a 246 publicaciones: 231 publicaciones académicas, 2 libros, 5 tesis, 4 revistas y 4 críticas. Además, en la base de datos PubMed se ha dirigido la búsqueda utilizando términos “Mesh”, en la medida de lo posible, y utilizando una estrategia de búsqueda más dirigida que la anterior. La estrategia de búsqueda ha incluido los siguientes términos: “((nutritional requirements "Mesh") OR (energy expenditure) OR (indirect calorimetry "Mesh") OR (energy expenditure equations)) AND ((critical care "Mesh") OR (mechanical ventilation))”. Al igual que en la búsqueda anterior, se ha filtrado la búsqueda por fecha de publicación (artículos de los últimos 10 años), el resultado han sido 333 artículos científicos.



**Figura 1:** Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica principal.

### 3.1.2 Criterios de selección y calidad de los artículos:

Se ha utilizado el gestor bibliográfico Mendeley para la organización y para la posterior búsqueda de artículos y documentos duplicados. Usando la misma herramienta se han leído los títulos y/o *abstract* de los artículos encontrados eliminando aquellos que no estudiaban el tema seleccionado, se desarrollaran en población pediátrica o se trataban de ensayos con animales como sujeto.

Con el objetivo de reducir la información encontrada, se han seleccionado artículos de calidad publicados en revistas de alto factor de impacto (Q1 y Q2).

Para ello, se ha analizado la calidad de la publicación teniendo en cuenta, por una parte, la calidad y factor de impacto de la revista de publicación. Por otra parte, se ha realizado la lectura de los *abstract* y se ha analizado el método (tamaño y representatividad de la muestra), objetividad y pertinencia de cada artículo.

Así, se han seleccionado estudios y/o revisiones sistemáticas y metaanálisis con los siguientes criterios de inclusión:

- Que los artículos estén escritos en español o inglés.
- Que los artículos aborden la evaluación de los requerimientos nutricionales en pacientes críticos.
- Que los pacientes críticos estén definidos claramente y que se incluyan detalles sobre su estado de salud.
- Que se describan las intervenciones de evaluación de los requerimientos nutricionales que se utilizaron y que se presenten datos cuantitativos sobre los resultados obtenidos.
- Que los artículos sean estudios originales, revisiones sistemáticas o metaanálisis, o que presenten una evaluación crítica de la literatura existente sobre el tema.
- Que los artículos hayan sido publicados en revistas científicas con revisión por pares y con un factor de impacto establecido.
- Que los artículos tengan una fecha de publicación dentro de un rango de tiempo especificado.

Se han excluido a su vez, estudios y/o revisiones sistemáticas y metaanálisis con las siguientes características:

- Que los estudios se realicen en poblaciones diferentes a los pacientes críticos (por ejemplo, en pacientes ambulatorios o en poblaciones no humanas).
- Que los artículos no presenten intervenciones de evaluación de los requerimientos nutricionales claras y definidas, o que no se presenten datos cuantitativos sobre los resultados obtenidos.
- Que los artículos sean cartas al editor, editoriales, resúmenes de congresos o noticias breves.

Se han consultado a su vez, las guías de recomendaciones de sociedades de nutrición clínica de prestigio, así como críticas y estudios de estas.

### 3.2 Metodología de la búsqueda secundaria:

#### 3.2.1 Bases de datos y estrategia de búsqueda:

La búsqueda bibliográfica secundaria de este trabajo se ha realizado utilizando la base de datos Scopus con el objetivo de identificar artículos que indaguen en los conocimientos, responsabilidades e implicaciones de las enfermeras en la valoración del estado nutricional y en la nutrición del paciente crítico. A su vez, se ha realizado una búsqueda en páginas web oficiales relevantes en el área de la enfermería y unidades de cuidados intensivos como, por ejemplo: Sociedad Española de Enfermería Intensiva y Unidades Coronarias (SEEIUC), Asociación Europea de Enfermería en Cuidados Intensivos (European Federation of Critical Care Nursing Associations, EFCCNA) y Asociación de Enfermeras de Cuidados Intensivos de Estados Unidos (AACN).

La estrategia de búsqueda utilizada en Scopus se ha basado en una búsqueda que incluyó los términos en inglés de enfermeras, manejo nutricional y cuidados intensivos, a su vez se filtró el área de la literatura limitando los trabajos a aquellos que eran del área de enfermería. La estrategia de búsqueda fue la siguiente: (TITLE-ABS-KEY (nurses) AND TITLE-ABS-KEY (nutritional AND management) AND TITLE-ABS-KEY (critical AND care) ) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "NURS")). Posteriormente se ha filtrado la búsqueda excluyendo a los artículos anteriores a 2010.

#### 3.2.2 Criterios de selección y calidad de los artículos:

El resultado de la búsqueda ha dado lugar a 35 publicaciones, de las cuales se han excluido, aquellas que no cumplieron con los siguientes criterios de inclusión leyendo el título y/o *abstract*:



- Que los artículos estén escritos en español o inglés.
- Que sean artículos sobre pacientes críticos adultos.
- Que los artículos aborden alguno de los siguientes temas: 1) Responsabilidades e intervenciones enfermeras en la evaluación de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico, 2) Responsabilidades e intervenciones en la administración, monitoreo y complicaciones nutricionales en el paciente crítico, 3) Conocimientos e información de las enfermeras sobre la nutrición en el paciente crítico.

Por otro lado, se han consultado las guías y artículos publicados en las páginas web de las sociedades y asociaciones oficiales mencionadas anteriormente.

## 4. RESULTADOS

Se han incluido finalmente un total de 38 artículos (estudios y revisiones sistemáticas con y sin metaanálisis) y dos guías de nutrición clínica, resultado de la búsqueda principal, y un total de 8 artículos (revisiones narrativas, estudios y revisiones sistemáticas) y dos guías de sociedades enfermeras oficiales, resultado de la búsqueda secundaria, en esta revisión bibliográfica.

La cual se ha organizado en los siguientes apartados para responder a los objetivos planteados: evaluación de los requerimientos nutricionales (metodologías para la evaluación del gasto energético y necesidades nutricionales del paciente crítico) y el papel de la enfermería en el adecuado aporte nutricional al paciente crítico.

### 4.1 Evaluación de los requerimientos nutricionales:

Las necesidades energéticas y nutricionales de los pacientes críticos se calculan en base a una serie de factores, como el estado clínico del paciente, la respuesta metabólica al estrés, la enfermedad subyacente y la terapia nutricional (20). Según la literatura revisada la estimación de las necesidades concretas y personalizadas de cada paciente es compleja y cabe destacar, que éstas varían en el tiempo según diferentes factores como la evolución de la condición patológica, cambios en el tratamiento y/o medicación, situaciones de ayuno prolongadas etc. (20).

Estos aportes se estiman en base a la determinación del gasto energético, donde una vez que se ha calculado el GET, se puede estimar la cantidad de macronutrientes necesarios en función del aporte calórico total (ACT) deseado y de las recomendaciones de ingesta de macronutrientes (21). Es importante tener en cuenta que el cálculo de la necesidad de macronutrientes debe ser individualizado y debe ser reevaluado periódicamente en función del estado clínico y nutricional del paciente (21).

Diferentes estudios recogidos en la revisión sistemática de Fukuda et al. Han determinado que la ingesta de energía y proteínas es baja en la mayoría de los pacientes en UCI, a su vez, expusieron que la ingesta de micronutrientes varió ampliamente dependiendo del estudio y del nutriente evaluado (21). Esta ingesta disminuida suele ser consecuencia de dos condiciones muy comunes en las UCI: 1) La determinación

incorrecta del gasto energético y requerimientos nutricionales del paciente, y, 2) La suspensión de la nutrición para la realización de intervenciones concretas.

La SENPE, ESPEN y ASPEN instan a realizar una adecuada valoración del gasto energético para poder pautar una nutrición acorde a los requerimientos de cada paciente. A continuación, se identificarán y analizarán las recomendaciones, técnicas y métodos para realizar una adecuada valoración de los requerimientos nutricionales.

#### 4.1.1 Metodologías para la evaluación del gasto energético:

Realizar una adecuada determinación del gasto energético es imprescindible para proporcionar una adecuada nutrición (20). Es importante explicar que la técnica más precisa para determinar el gasto energético es la calorimetría directa, no obstante, requiere de unas condiciones inaplicables en la práctica clínica de rutina (22). Esta técnica requiere de una cámara metabólica, con unas condiciones muy concretas, para medir la energía térmica producida por el cuerpo de cada sujeto, y así, poder cuantificar la energía que necesita el cuerpo para realizar sus funciones básicas en reposo (22). Por todo ello, en la actualidad esta técnica está en desuso.

Los métodos que mencionaremos a continuación buscan determinar el gasto energético que más se asemeje al gasto energético determinado por la calorimetría directa, con el objetivo de cuantificar el gasto energético más acorde a cada sujeto.

Actualmente, según la literatura revisada las metodologías más utilizadas en para determinar el gasto energético en los pacientes críticos son las ecuaciones predictivas, el método de Fick y la calorimetría indirecta (23). Todas ellas plantean fortalezas y debilidades que deben de ser estudiadas en detalle para seleccionar la más apropiada a cada situación particular.

##### 4.1.1.1 Ecuaciones predictivas:

Las ecuaciones predictivas han sido posiblemente la herramienta más utilizada en la práctica clínica para la estimación del gasto energético en pacientes críticos. Su sencillez y bajo coste han determinado su elección, a pesar de ello su falta de precisión replantean su uso de manera rutinaria (23). Estas ecuaciones se basan en la medición de diferentes parámetros antropométricos y fisiológicos, como el peso corporal, la altura, la edad y la temperatura corporal, entre otros. Las ecuaciones más utilizadas en literatura

posiblemente sean: Fórmula ESPEN (24), Harris-Benedict (25), Black et al. (26), Faisy et al. (27), Frankenfield et al. (28), Brandi et al. (29), Ireton-Jones et al. (30), Mifflin-St. Jeor (31) y Penn State (32) entre otras.

Estas fórmulas contemplan diferentes factores de ajustes, como el factor de estrés metabólico asociado a la enfermedad de cada paciente. Estos factores, se utiliza para tener en cuenta el aumento en el gasto energético que se produce como resultado del estrés fisiológico y/o psicológico. Condiciones como situaciones estresantes, enfermedades, cirugías, lesiones, ejercicio intenso, entre otros en las que el cuerpo requiere más energía. Teniendo en cuenta los factores de ajuste, se puede obtener una estimación más precisa de las necesidades energéticas de una persona en estas situaciones, lo que puede ayudar a determinar la cantidad adecuada de nutrientes y calorías necesarios para la recuperación y mantenimiento de la salud. En la **Tabla 1** se pueden observar las ecuaciones y sus factores de ajuste.

**Tabla 1:** Ecuaciones predictivas más utilizadas para determinar el gasto energético en el paciente crítico.

Ecuaciones predictivas	Ecuación matemática	Ajustes asociados a la patología y/o tratamiento del paciente
<b>Fórmula ESPEN<sup>24</sup></b>	GET (kcal/día) = 25 x [peso (kg)] + 814 x [altura (m)] + 9 x [edad (años)] + 91	El factor de estrés metabólico se establece de manera individual para cada paciente, y puede variar de 1,2 a 2,5. GET ajustado = GET x factor de estrés metabólico.
<b>Harris-Benedict<sup>25</sup></b>	Para hombres: GEB = 88,362 + (13,397 x peso en kg) + (4,799 x altura en cm) - (5,677 x edad en años)  Para mujeres: GEB = 447,593 + (9,247 x peso en kg) + (3,098 x altura en cm) - (4,330 x edad en años)	El factor de estrés metabólico se establece de manera individual para cada paciente, y puede variar de 1,2 a 2,5. GET ajustado = GEB x factor de estrés metabólico
<b>Black et al.<sup>26</sup></b>	GET (kcal/día) = 24,000 x VO <sub>2</sub> / VCO <sub>2</sub>	El factor de ajuste para la gravedad de la enfermedad se basa en la puntuación Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II): GEC corregido = GET x (1 + [0,03 x APACHE II score]). A su vez, se añade otro ajuste final según el tipo de tratamiento (GEC corregido = GET x factor de ajuste por el tipo de tratamiento).
<b>Faisy et al.<sup>27</sup></b>	GET = GER x Factor de actividad física x Factor de estrés metabólico x Factor de obesidad	Factor de actividad física: Reposo en cama (1,2), sentado (1,3), deambulación limitada (1,4), deambulación normal (1,5). Factor de estrés metabólico: sin estrés metabólico (1,0), con estrés metabólico (1,3). Factor de obesidad: No obeso: 1,0, Obeso (IMC > 30 kg/m <sup>2</sup> ): 1,1, Muy obeso (IMC > 40 kg/m <sup>2</sup> ): 1,2.
<b>Frankenfield et al.<sup>28</sup></b>	GER (kcal/día) = 9.99 x peso (kg) + 6.25 x estatura (cm) - 4.92 x edad (años) + 166 x género - 161  Donde género se codifica como 1 para hombres y 0 para mujeres.	El factor de estrés se basa en la gravedad de la enfermedad y se determina a partir de la puntuación SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) del paciente. El factor de lesión se basa en la presencia o ausencia de lesión tisular aguda y se determina a partir del nivel de proteína C reactiva (PCR) del paciente.  GER corregido (kcal/día) = GER no corregido x factor de estrés x factor de lesión

<p><b>Brandi et al.</b> <sup>29</sup></p>	<p>Pacientes críticos no quirúrgicos: GER (kcal/día) = 22 x peso (kg) + 10 x estatura (cm) + 5 x edad (años) + 180</p> <p>Pacientes críticos quirúrgicos: GER (kcal/día) = 24 x peso (kg) + 9 x estatura (cm) + 6.5 x edad (años) + 240</p>	<p>El factor de estrés se determina a partir de la puntuación APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II) del paciente, que evalúa la gravedad de la enfermedad y la disfunción orgánica. GEC corregido = GET x (1 + [0,03 x APACHE II score]). El factor de actividad se determina a partir del nivel de actividad del paciente y el factor de lesión se determina a partir del nivel de proteína C reactiva (PCR).</p> <p>Necesidades calóricas diarias (kcal/día) = GER ajustado x factor de actividad x factor de lesión</p>
<p><b>Ireton-Jones et al.</b> <sup>30</sup></p>	<p>GER (kcal/día) = 1,210 x peso (kg)<sup>0,65</sup> x estatura (m)<sup>1,06</sup> x [1 + (0,0468 x edad)]</p>	<p>El factor de estrés se determina a partir de la puntuación APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II) del paciente, que evalúa la gravedad de la enfermedad y la disfunción orgánica. GEC corregido = GET x (1 + [0,03 x APACHE II score]). El factor de actividad se determina a partir del nivel de actividad del paciente y el factor de lesión se determina a partir del nivel de proteína C reactiva (PCR).</p> <p>Necesidades calóricas diarias (kcal/día) = GER ajustado x factor de actividad x factor de lesión</p>
<p><b>Mifflin-St. Jeor</b> <sup>31</sup></p>	<p>Hombres: GER = 10 x peso (kg) + 6.25 x altura (cm) - 5 x edad (años) + 5</p> <p>Mujeres: GER = 10 x peso (kg) + 6.25 x altura (cm) - 5 x edad (años) - 161</p>	<p>No se utiliza ningún ajuste, la formula se utiliza para el cálculo del gasto energético en reposo (GER).</p>
<p><b>Penn State</b> <sup>32</sup></p>	<p>Gasto Energético Total (GET) = (factor de estrés x GER) + (0.1 x factor actividad física) + (0.6 x efecto térmico de los alimentos)</p>	<p>GER es el gasto energético en reposo, calculado utilizando la ecuación de Mifflin-St. Jeor.</p> <p>El factor de estrés varía según la gravedad de la enfermedad o lesión del paciente. Los valores del factor de estrés son los siguientes: 1.2 para pacientes estables, 1.3-1.4 para pacientes moderadamente estresados y 1.5-2.5 para pacientes altamente estresados.</p>

Abreviaturas: GEB: gasto energético basal, GET: gasto energético total, GER: gasto energético en reposo, VO2: consumo de oxígeno, VCO2: producción de dióxido de carbono. Tabla de elaboración propia con información de los artículos referenciados.

### **Fortalezas y limitaciones de las ecuaciones predictivas**

Las ecuaciones predictivas para el cálculo del gasto energético tienen varias ventajas en su uso en pacientes críticos. En primer lugar, estas ecuaciones son relativamente fáciles de usar, lo que significa que los profesionales sanitarios pueden calcular el gasto energético de manera rápida y eficiente (33). Además, el uso de ecuaciones predictivas suele ser mucho más económico en comparación con otros métodos más precisos, como la calorimetría indirecta o el método de Fick (34).

Estas ecuaciones son ampliamente utilizadas en la mayoría de los hospitales y clínicas, lo que significa que están disponibles en la mayoría de las instalaciones de atención sanitaria (33). Esto puede ser particularmente útil en situaciones en las que no es posible realizar una medición directa del gasto energético debido a la falta de equipo especializado o personal capacitado. Además, el uso de ecuaciones predictivas para el cálculo del gasto energético puede ser especialmente útil en pacientes que no pueden tolerar la medición directa del gasto energético debido a lesiones pulmonares o cardíacas graves (33).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que las ecuaciones predictivas tienen limitaciones. Su principal limitación es que no pueden tomar en cuenta las necesidades energéticas específicas de cada paciente, que pueden variar ampliamente en función de la edad, género, actividad física, enfermedades coexistentes y otros factores (33,34). Estas ecuaciones pueden subestimar el gasto energético en pacientes con elevado gasto energético debido al hipermetabolismo asociado con lesiones y enfermedades críticas (33,34). Asimismo, pueden sobreestimar el gasto energético en pacientes con enfermedades crónicas como la insuficiencia renal crónica y la insuficiencia hepática, en los que el metabolismo puede estar disminuido (33,34). Todo ello puede conducir a un sub o sobret ratamiento nutricional, lo que puede tener consecuencias graves para la salud del paciente (33,34).

#### 4.1.1.2 Método de Fick:

El método de Fick, también denominado calorimetría indirecta circulatoria, es otro de los métodos que se han aplicado en la práctica clínica para estimar el gasto energético en pacientes críticos (35). El cálculo del gasto energético mediante este método requiere de la medición del gasto cardiaco, la concentración de hemoglobina y la concentración de O<sub>2</sub> en sangre arterial y venosa (**Figura 2**).

$$\text{GE (Kcal/día)} = \text{GC} \times \text{Hb} (\text{SaO}_2 - \text{SvO}_2) \times 95,18$$

**Figura 2:** Fórmula para el cálculo del gasto energético mediante el método Fick. GE: Gasto energético. GC: Gasto cardiaco (obtenido por termodilución). Hb: Hemoglobina. SaO<sub>2</sub>: Saturación arterial de oxígeno. SvO<sub>2</sub>: Saturación venosa mixta de oxígeno.

Es importante tener en cuenta que el método de Fick requiere la colocación invasiva de un catéter arterial para medir la diferencia en la concentración de oxígeno arterial y venoso. Este procedimiento puede ser difícil o peligroso en pacientes críticos con problemas de coagulación o hipotensión (35). Además, en pacientes con enfermedades pulmonares o circulatorias, la relación entre el consumo de oxígeno y la diferencia de oxígeno puede no ser constante, lo que puede afectar la precisión de los cálculos. Por último, este método no es adecuado para pacientes con una circulación pulmonar anormal, como en el caso de una fístula arteriovenosa o una válvula pulmonar incompetente (35).

#### **Fortalezas y limitaciones del método Fick**

El método de Fick puede ser de gran utilidad para medir el gasto energético en pacientes críticos (35), si son portadores de un catéter de arteria pulmonar. La evaluación del gasto energético utilizando el método de Fick puede ser fácil de calcular en pacientes con monitorización invasiva, y puede proporcionar una estimación del gasto energético en pacientes críticos si se realizan mediciones precisas y si se tiene en cuenta la variabilidad en las mediciones de los parámetros utilizados en la fórmula (35,36).

A pesar de lo anterior, la mayoría de los pacientes críticos no son portadores catéteres de arteria pulmonar y su colocación puede ser invasiva y aumentar el riesgo de complicaciones (37). Por lo tanto, no sería ventajoso colocar un catéter de arteria



pulmonar solo para la evaluación del gasto energético. Además, los cálculos del gasto energético mediante este método pueden ser propensos a inexactitudes si el gasto cardíaco y la saturación de oxígeno venoso mixto se miden incorrectamente (36,38,39).

#### 4.1.1.3 Calorimetría indirecta:

La calorimetría indirecta es el método de referencia (del inglés "Gold Standard") para determinar la cantidad de energía que un organismo consume y utiliza en su metabolismo (40). Esta técnica se basa en la medición del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y la producción de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) del organismo (40).

La cantidad de  $VO_2$  consumida y la cantidad de  $VCO_2$  producida están relacionadas con el metabolismo del cuerpo, ya que el oxígeno es utilizado para oxidar los nutrientes en las células, produciendo dióxido de carbono y liberando energía en forma de calor (41). Por lo tanto, la calorimetría indirecta mide la cantidad de  $VO_2$  consumido y la cantidad de  $VCO_2$  producidos por el cuerpo, que gracias a fórmulas matemáticas determina la tasa metabólica y el gasto energético del organismo (41). La medición se realiza mediante un sistema llamado "calorímetro indirecto" o "carro metabólico". Brevemente, el carro metabólico recoge el aire exhalado del paciente mediante un tubo que va conectado al paciente a través de una máscara facial, una canopia o velo o directamente al circuito de ventilación del paciente en el caso de estar ventilado mecánicamente (41).

Este método, también conocido como calorimetría indirecta ventilatoria, se basa en el cálculo del GER a través de la fórmula de Weir (**Figura 3**), que tiene en cuenta el  $VO_2$  y  $VCO_2$  medido en el calorímetro y la excreción urinaria de nitrógeno ( $U_n$ ). Como la proporción de GE que se obtiene por el nitrógeno urinario ( $N_u$ ) es mínima (4-5% del GE total), se puede omitir simplificando la ecuación (41).

#### **Ecuación de Weir**

$$\text{GE (Kcal/día)} = [3,94 (VO_2 \text{ mL/min}) + 1,11 (VCO_2 \text{ mL/min})] 1,44 - 2,17 (Nu \text{ g/d})$$

#### **Ecuación de Weir simplificada**

$$\text{GE (Kcal/día)} = [3,94 (VO_2 \text{ mL/min}) + 1,11 (VCO_2 \text{ mL/min})] 1,44$$

**Figura 3:** Ecuación de Weir. GE: gasto energético,  $VO_2$ : consumo de oxígeno,  $VCO_2$ : producción de carbono de dióxido, Nu: nitrógeno urinario.

Además, la calorimetría indirecta permite calcular el Cociente Respiratorio (CR), que es la relación entre la cantidad de dióxido de carbono producido ( $VCO_2$ ) y la cantidad de oxígeno consumido ( $VO_2$ ) (41,42). El CR nos ofrece una visión general sobre el sustrato metabólico (es decir, grasas o carbohidratos) que se está oxidando prioritariamente. En este sentido, valores de CR cercanos a 0.7 indican un metabolismo más predominante de grasas, mientras que valores más cercanos a 1.0 indican más predominancia de oxidación de carbohidratos (41,42). Aportando información específica sobre el consumo de sustratos de cada paciente y de manera personalizada (43). A su vez, es importante tener en cuenta los factores fisiopatológicos del paciente y los medicamentos administrados que pueden afectar el gasto energético al momento de realizar la calorimetría indirecta, como, el tipo de enfermedad, fiebre, dolor, inflamación, quemaduras, fármacos concretos, ventilación, temperatura ambiente (43,44).

Con lo anterior al gasto energético determinado por calorimetría indirecta se aplican los factores de ajuste por la condición concreta de cada paciente, como hemos visto anteriormente en el uso de ecuaciones predictivas, y así poder determinar el GET (45,46). Estos factores de ajuste incluyen el factor de estrés, factor de lesión, factor de infección, factor de obesidad y factor de edad (43,44). El valor aplicado en el ajuste puede variar dependiendo de la escala utilizada por el equipo médico (43,44).

Además, se deben considerar los factores técnicos específicos del equipo de calorimetría indirecta indicados por el fabricante (45).

### **Fortalezas y limitaciones de la calorimetría indirecta**

El uso de calorimetría indirecta en pacientes críticos tiene varias fortalezas, para empezar, según diferentes estudios, se considera el método más preciso debido a que tiene en cuenta los cambios en la relación entre el oxígeno consumido y el dióxido de carbono producido que pueden ocurrir en condiciones metabólicas extremas (45). A su vez, es un método no invasivo y relativamente fácil de usar lo que la hace adecuada para su uso en este tipo de pacientes (46). En este sentido, el nuevo mercado de calorímetros, más modernos e intuitivos de utilizar, y los diferentes estudios que avalan su utilización

y establecen, a su vez, criterios de selección para la correcta utilización de los datos, han facilitado su utilización en la práctica clínica (47, 48).

Por otra parte, este método permite personalizar la terapia nutricional y realizar un monitoreo nutricional continuo y prolongado en el tiempo (49). Además, la calorimetría indirecta permite determinar con precisión el gasto energético de los pacientes críticos, lo que permite personalizar la terapia nutricional de acuerdo con sus necesidades individuales (49). La calorimetría indirecta puede ser utilizada para determinar la cantidad exacta de calorías que los pacientes críticos necesitan, lo que puede ayudar a minimizar complicaciones asociadas con la terapia nutricional, como el síndrome de realimentación o el sobrecrecimiento bacteriano (49). A su vez, permite identificar la respuesta metabólica al estrés, teniendo la capacidad de identificar la respuesta metabólica al estrés en pacientes críticos, lo que puede ayudar a predecir el pronóstico y planificar la terapia nutricional (49). La calorimetría indirecta se ha determinado como metodología más adecuada para medir el gasto energético en estos pacientes por las últimas guías referentes a la nutrición clínica publicadas por la ASPEN (50) y la ESPEN (51).

A pesar de que la calorimetría indirecta es una herramienta útil para medir el gasto energético en pacientes críticos, también tiene sus limitaciones. Por una parte, la variabilidad inter e intraindividual: el gasto energético varía entre diferentes pacientes y dentro del mismo paciente en diferentes momentos, lo que puede dificultar la interpretación de los resultados (52,53). A su vez, los errores de medición pueden ocurrir si no se siguen adecuadamente los protocolos de medición o si se utilizan equipos inadecuados (52). Por otra parte, en pacientes con ventilación mecánica, la presencia de un tubo endotraqueal o una mascarilla facial puede afectar a la medición del oxígeno y el dióxido de carbono, lo que puede afectar la precisión de la medición del gasto energético (53,54). Finalmente, esta metodología puede ser costosa y no está disponible en todos los centros de atención sanitaria (53,54).

#### 4.1.2 Necesidades nutricionales en el paciente crítico:

En la práctica clínica se siguen las indicaciones de las guías más actualizadas sobre nutrición clínica para determinar las necesidades nutricionales del paciente crítico. Hoy en día, las guías más actualizadas son las siguientes: la guía SENPE de Nutrición Clínica

en el Paciente Crítico del 2019 (basada en la guía ESPEN), la guía de la ESPEN publicada en 2019 "*ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit 2019*" (51) y la guía ASPEN publicada en 2021 "*Clinical Guidelines for the Use of Parenteral and Enteral Nutrition in Adult and Pediatric Patients: Applying the GRADE System to Development of ASPEN Clinical Guidelines*" (50).

Todas estas organizaciones basan sus recomendaciones en la evidencia científica disponible y en la experiencia clínica de los expertos. Están diseñadas para guiar a los profesionales de la salud en la toma de decisiones nutricionales en pacientes críticos. Estas guías abordan diversos temas, como la valoración nutricional, la selección de la vía de administración de nutrientes, el tipo y cantidad de nutrientes a administrar, el seguimiento nutricional y la evaluación de los resultados.

Como hemos mencionado anteriormente, el aporte nutricional que cada paciente requiere se estima en base a la determinación del gasto energético (21). Las tres asociaciones mencionadas, determinan en sus guías que la calorimetría indirecta sería el método de elección para determinar el gasto energético (50,51). A su vez la ESPEN (51), recomienda que el gasto energético debe medirse de forma regular, y preferiblemente diariamente en pacientes críticos que requieren nutrición artificial. A su vez, las mismas guías proporcionan recomendaciones para la interpretación de los resultados de la calorimetría indirecta, incluyendo el uso de valores de referencia para la edad, el sexo y el estado fisiológico del paciente, y la consideración de factores que pueden afectar el metabolismo energético, como la temperatura corporal y la presencia de infección o inflamación. La guía ASPEN (50), a pesar de recomendar la calorimetría directa como método más preciso, propone el uso de ecuaciones predictivas en el caso de que la calorimetría indirecta no esté al alcance del hospital o de los clínicos. En este contexto determina las ecuaciones de Harris Benedict, Mifflin-St. Jeor y Penn State como ecuaciones de preferencia. A su vez, recomienda también que la medición del gasto energético se debe repetir a intervalos regulares.

A continuación, se explicarán las necesidades de macronutrientes y micronutrientes señaladas en la literatura.

#### 4.1.2.1 Necesidades de macronutrientes:

##### **Aporte de hidratos de carbono:**

La guía ESPEN (51) recomienda que los carbohidratos representen alrededor del 50-60% del aporte calórico total en pacientes críticos con y sin diabetes. La guía ASPEN (50) recomienda que este aporte sea entre el 45-65%. Ambas guías recomiendan que los carbohidratos sean preferiblemente administrados a través de una nutrición enteral temprana y, en ausencia de intolerancia, se deben aumentar gradualmente a un nivel objetivo.

En las dos guías se recomienda que la glucemia se controle y se mantenga en niveles aceptables y que la administración de glucosa en la nutrición parenteral se ajuste a la respuesta de la glucemia de cada paciente.

Diferentes estudios abalan la necesidad de realizar un aporte adecuado de carbohidratos, donde Shi X et al. (55) concluyeron que la administración temprana de carbohidratos en pacientes críticos con lesión pulmonar aguda se asoció con una menor mortalidad y una menor duración de la estancia en la unidad de cuidados intensivos. Patel, J. J. et al. (56) en su estudio también concluyeron que una estrategia de nutrición temprana y progresiva con una combinación de proteínas y carbohidratos puede ser beneficiosa para mejorar los resultados clínicos en pacientes críticos, más concretamente, sugiere una ingesta diaria de 3-6 g/kg de peso corporal de carbohidratos en pacientes críticos con estrés metabólico moderado a severo (56). Ambos estudios contemplan que el aporte de carbohidratos puede estar limitado por factores como la intolerancia a la glucosa, la insulinoresistencia y la hiperglucemia. En estos casos, se pueden considerar estrategias para reducir la glucemia, como la administración de insulina o el uso de fuentes de carbohidratos con bajo índice glucémico. A su vez, recomiendan monitorear de cerca la ingesta de carbohidratos y la glucemia en pacientes críticos, y ajustar la cantidad de carbohidratos según la respuesta del paciente y los objetivos nutricionales (55,56).

##### **Aporte de lípidos:**

Las guías ESPEN (51) y ASPEN (50) recomiendan que el aporte de lípidos en el paciente crítico no debe superar el 50-60% de la energía total suministrada. Además, sugiere el

uso de emulsiones lipídicas que contengan ácidos grasos poliinsaturados omega-3, ya que pueden tener efectos beneficiosos en la respuesta inflamatoria y en el sistema inmunológico. En general, se sugiere una ingesta diaria de 1-2 g/kg de peso corporal de lípidos en pacientes críticos con estrés metabólico moderado a severo.

Es importante tener en cuenta que el aporte de lípidos también puede estar limitado por factores como la intolerancia a la grasa, la hipertrigliceridemia y la disfunción hepática. En estos casos, se pueden considerar estrategias para reducir la carga de lípidos, como el uso de emulsiones lipídicas con menor contenido de grasa o la administración intermitente de lípidos. Se recomienda monitorear de cerca la ingesta de lípidos y la respuesta del paciente a la nutrición parenteral, y ajustar la cantidad de lípidos según sea necesario. La monitorización regular de los niveles de triglicéridos también es importante para detectar y tratar la hipertrigliceridemia en estos pacientes (50,51).

Llano-Diez M et al. (57) revisan en un estudio los cambios que se producen en el metabolismo de lípidos en la enfermedad crítica, así como la implicación de estos cambios en la elección de la nutrición parenteral. Los autores indican que, en respuesta al estrés, se produce un aumento en la lipólisis, lo que resulta en niveles elevados de ácidos grasos libres en el plasma aumentando el riesgo de disfunción orgánica. Sin embargo, recalcan que los lípidos son importantes para proporcionar energía y ácidos grasos esenciales, y que su administración moderada (20-30% de las calorías totales) es segura y puede ser beneficiosa en la enfermedad crítica.

#### **Aporte proteico:**

La guía ESPEN (51) recomienda un aporte proteico en pacientes críticos de 1,3 a 1,5 gramos por kilogramo de peso corporal por día. En pacientes con lesiones graves, indica que el aporte puede aumentar a 2,0 gramos por kilogramo de peso corporal por día. Además, la guía recomienda el uso de fuentes proteicas de alta calidad, como proteínas de suero de leche, caseína o proteínas de soja.

La guía ASPEN (50) recomienda el mismo aporte proteico (1.2-2.0 g/kg/día). En pacientes con daño renal agudo o crónico, recomienda ajustar la dosis de proteína de acuerdo con la función renal. Además, recomienda monitorear los niveles de nitrógeno ureico en

sangre y creatinina para asegurarse de que la dosis de proteína sea adecuada y no excesiva. También se recomienda considerar la administración de aminoácidos ramificados (leucina, isoleucina, valina) en pacientes con disfunción orgánica múltiple. Se sugiere que una dosis de 0.2-0.3 g/kg/día de aminoácidos ramificados puede ser beneficiosa para mejorar la función inmunológica, reducir la inflamación y mejorar la síntesis proteica. A su vez, ambas guías abalan la administración de glutamina como parte de la nutrición parenteral por su capacidad para mejorar la función inmunológica y disminuir la inflamación en ciertos pacientes críticos.

En el estudio de Cohen et al. (58) se revisó la evidencia disponible sobre la nutrición en el paciente crítico y se encontró que la administración de aminoácidos ramificados puede ser beneficiosa en ciertos grupos de pacientes, como aquellos con lesiones cerebrales traumáticas, pero no se encontró beneficio en pacientes críticos en general. A su vez, una revisión sistemática de Wischmeyer PE, et al. (59) determinó que la suplementación de glutamina por vía parenteral en pacientes críticamente enfermos no obtuvo una mejora significativa en la mortalidad, la duración de la estancia en la UCI o el tiempo de ventilación mecánica. Sin embargo, la suplementación de glutamina mostró el riesgo menor de infecciones en estos pacientes.

Ambas guías recomiendan que el aporte de proteínas debe ser evaluado y ajustado periódicamente en función de la evolución clínica y las necesidades del paciente.

#### 4.1.2.2 Necesidades de micronutrientes:

Las guías ESPEN (51) y ASPEN (50) proporcionan recomendaciones específicas para ciertos micronutrientes (**Tabla 2**), a su vez, recomiendan la monitorización y corrección de los niveles de micronutrientes en pacientes críticos, especialmente en aquellos con síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS) y sepsis. Ambas guías, recomiendan la administración de vitaminas y oligoelementos de acuerdo con las necesidades individuales de los pacientes, teniendo en cuenta la capacidad del cuerpo para almacenar y eliminar estos nutrientes. La guía ESPEN (51), recomienda concretamente la administración de un complejo multivitamínico que contenga tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico, vitamina B12, vitamina C, vitamina E y vitamina K, junto con oligoelementos como zinc, selenio, cobre y magnesio, adaptado a la situación clínica del paciente.

En general, las guías sugieren que los micronutrientes deben ser administrados en cantidades suficientes para evitar la deficiencia, pero sin sobrepasar las dosis máximas seguras. También se recomienda el monitoreo de los niveles sanguíneos de ciertos micronutrientes y ajustar su administración según sea necesario. Además, se recomienda individualizar la administración de micronutrientes en pacientes con condiciones médicas específicas que puedan afectar la absorción, el metabolismo o la excreción de micronutrientes.

**Tabla 2:** Recomendaciones de micronutrientes según las guías ESPEN (2019) y ASPEN (2021), con su respectivo grado de evidencia.

Micronutriente	Cantidad recomendada (ESPEN)	Grado de evidencia (ESPEN)	Cantidad recomendada (ASPEN)	Grado de evidencia (ASPEN)
<b>Vitamina A</b>	2000-5000 UI/día	B	10,000-25,000 UI/día	C
<b>Vitamina D</b>	400-800 UI/día	C	≥1000 UI/día	C
<b>Vitamina E</b>	11-15 mg/día	B	No se recomienda suplementar	C
<b>Vitamina K</b>	1 mg/día	C	NS	C
<b>Vitamina C</b>	200 mg/día	C	500-1000 mg/día	C
<b>Vitamina B1 (tiamina)</b>	200-300 mg/día	B	100-300 mg/día	C
<b>Vitamina B2 (riboflavina)</b>	5-10 mg/día	C	NS	C
<b>Vitamina B3 (niacina)</b>	20 mg/día	B	NS	C
<b>Vitamina B6 (piridoxina)</b>	5-10 mg/día	B	NS	C
<b>Vitamina B12 (cianocobalamina)</b>	1 µg/día	C	500-1000 µg/día	C
<b>Ácido fólico</b>	400-600 µg/día	B	NS	C
<b>Hierro</b>	30-60 mg/día	B	NS	C
<b>Zinc</b>	15-25 mg/día	B	NS	C
<b>Selenio</b>	50-100 µg/día	B	NS	C
<b>Magnesio</b>	300-400 mg/día	C	NS	C

NS: No se mencionan recomendaciones específicas. Los grados de evidencia utilizados por la guía ESPEN y ASPEN son A, B, C y D, siendo A el más alto nivel de evidencia y D el más bajo. Tabla de elaboración propia con las recomendaciones recogidas en la guía ESPEN (2019) y ASPEN (2021).



#### 4.1.2.3 Soporte nutricional:

Las guías ESPEN (51) y ASPEN (50) recomiendan el soporte nutricional temprano y agresivo en pacientes críticos para mejorar los resultados clínicos y reducir la morbilidad y mortalidad. El término de soporte nutricional agresivo significa, proporcionar una cantidad suficiente de calorías, proteínas y micronutrientes para satisfacer las necesidades metabólicas aumentadas del cuerpo en este estado de estrés. Esto implica comenzar la nutrición temprano y aumentar gradualmente la cantidad de nutrientes administrados hasta alcanzar las metas nutricionales recomendadas. Además, ambas guías hacen hincapié en la importancia de la evaluación nutricional regular para identificar y corregir cualquier deficiencia nutricional.

En cuanto al tipo de nutrición, ambas recomiendan la utilización de la nutrición enteral como la primera opción para el soporte nutricional en pacientes críticos que no pueden consumir suficientes nutrientes por vía oral. Se debe iniciar tempranamente, preferiblemente en las primeras 24-48 horas, y se recomienda utilizar fórmulas poliméricas, que proporcionan una mezcla equilibrada de proteínas, carbohidratos y grasas, junto con vitaminas y minerales.

En cuanto a la nutrición parenteral, ambas guías sugieren que se reserve para pacientes que no pueden recibir nutrición enteral o para aquellos en los que la nutrición enteral no proporciona suficientes nutrientes para satisfacer las necesidades calóricas y proteicas del paciente. Se recomienda una evaluación diaria de la necesidad de nutrición parenteral y, cuando se administra, se debe prestar atención a la dosificación de nutrientes, para evitar la sobrealimentación o la malnutrición. Ambas guías destacan la importancia de un enfoque multimodal en el manejo nutricional del paciente crítico, con la utilización de una combinación adecuada de nutrición enteral, parenteral y oral, según la situación clínica de cada paciente y teniendo en cuenta las posibles complicaciones asociadas.

Estudios como el de Reignier J et al. (60), un ensayo clínico aleatorizado multicéntrico, que comparó la nutrición enteral temprana (inicio en las primeras 24 horas de la admisión) con la nutrición parenteral temprana (inicio en las primeras 24 horas de la admisión) en pacientes críticamente enfermos. Concluyo, que la nutrición enteral

temprana se asoció con una menor tasa de complicaciones infecciosas y una duración más corta de la estancia en la unidad de cuidados intensivos, aunque no hubo diferencias significativas en la mortalidad entre los dos grupos. Reforzando la nutrición enteral temprana como primera opción a la hora de administrar nutrición artificial.

Davies AR et al. (61), en otro ensayo clínico aleatorizado multicéntrico, analizó la vía de administración de nutrición enteral. Comparó la administración temprana de nutrición por sonda nasointestinal (NJE) con la nutrición por sonda nasogástrica (NG) en pacientes críticos. Se asignaron al azar a los pacientes a recibir NJE o NG dentro de las primeras 24 horas después de la admisión en la unidad de cuidados intensivos. Se encontró que la NJE temprana se asoció con una mayor ingesta de calorías y proteínas en comparación con la NG temprana, así como con una reducción en la tasa de infecciones respiratorias y una estadía hospitalaria más corta. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la mortalidad, la duración de la ventilación mecánica o la duración de la estancia en la UCI entre los dos grupos.

#### 4.2 Papel de la enfermería en el adecuado aporte nutricional al paciente crítico:

El abordaje nutricional en el paciente crítico se basa en un trabajo multidisciplinar donde los diferentes profesionales de las unidades de cuidados intensivos tienen que trabajar en equipo para cumplir con las metas nutricionales de cada paciente.

La enfermera de las unidades de cuidados intensivos tiene funciones diversas y esenciales (62) entre las que encontramos de manera específica: La evaluación continua de la nutrición y la hidratación del paciente, y administración de nutrición enteral o nutrición parenteral según corresponda. Función imprescindible para alcanzar las metas nutricionales del paciente.

A su vez, la enfermera es el profesional más activo en la realización de los diferentes procedimientos a los pacientes críticos, donde en ocasiones se interrumpe la alimentación artificial para desarrollarlos (63). Por ello su implicación en la programación de la alimentación en estos pacientes es imprescindible (63).

Ros et al. (64) en la revisión bibliográfica que realizaron, destacan que la nutrición es una parte esencial de la atención del paciente en UCI y que las enfermeras tienen una oportunidad clave para mejorar el estado nutricional de los pacientes a través de la

monitorización y administración del soporte nutricional. Además, los autores sugieren que las enfermeras pueden mejorar la práctica de apoyo nutricional en UCI a través de la educación del personal y la implementación de protocolos de nutrición. La conclusión principal de los autores fue que enfermería tiene un papel crítico en la optimización de la nutrición en UCI y que la mejora en la práctica de apoyo nutricional en UCI puede mejorar los resultados clínicos de los pacientes (64).

Orinovsky et al. (65) realizaron un estudio que consistía en desarrollar un protocolo de alimentación enteral liderado por enfermeros para pacientes críticos. Este protocolo consistió en una guía paso a paso para la administración de alimentación enteral y se capacitó a las enfermeras en su aplicación. Después de la implementación del protocolo, se registraron mejoras significativas en la ingesta nutricional de los pacientes. Los resultados concluyeron que el protocolo fue fácil de implementar y se adaptó bien a la práctica de enfermería, lo que sugiere que puede ser una herramienta útil para mejorar la ingesta nutricional de los pacientes críticos (67).

Keller et al. (66) implementaron una herramienta para optimizar la atención nutricional de los pacientes hospitalizados. Los autores utilizaron un método de consenso para obtener la opinión de un panel de expertos en nutrición, enfermería y medicina sobre los componentes clave de la atención nutricional en pacientes hospitalizados. Los resultados de la consulta se utilizaron para desarrollar y validar la herramienta, que constaba de siete componentes: identificación temprana de la desnutrición, evaluación nutricional, planificación de la atención nutricional, monitoreo y evaluación, coordinación del cuidado, educación del paciente y el equipo de atención, y documentación. Esta herramienta mostro resultados positivos a la hora de mejorar la atención nutricional en pacientes hospitalizados, pudiendo ayudar a reducir la prevalencia de la desnutrición hospitalaria y mejorar los resultados de los pacientes (68).

El estudio de Kim et al. (67) encontró que un programa educativo específico para mejorar el conocimiento y habilidades de las enfermeras de cuidados críticos en el soporte nutricional enteral puede ser efectivo. Los resultados mostraron un aumento significativo en el conocimiento y habilidades de las enfermeras después de implementar un programa educativo en una unidad de cuidados intensivos en Corea del Sur. Esta mejora en las habilidades y conocimiento de las enfermeras mostró tener un

impacto positivo en la calidad de atención y resultados de los pacientes en cuidados críticos (67).

Con lo anterior, es importante remarcar que el marco metodológico que guía la práctica enfermera es el proceso de atención de enfermería, también denominado proceso enfermero, con sus cinco fases: valoración, diagnóstico, planificación, implementación y evaluación (68). En la fase de valoración la enfermera recopila y analiza los datos relevantes sobre el paciente para después identificar en la fase de diagnóstico, los diagnósticos de enfermería presentes en el paciente, que serán la base del plan de cuidados.

Entre los diagnósticos de enfermería, recogidos en la Clasificación de Diagnósticos Enfermeros NANDA-I, relacionados con la nutrición en unidades de cuidados intensivos podemos encontrar los siguientes: 1) Riesgo de desnutrición, 2) Desequilibrio nutricional (por ingesta inferior o ingesta excesiva), 3) Riesgo de intolerancia a la alimentación y 4) Deterioro de patrón alimentario (69,70). Es importante destacar que estos diagnósticos pueden variar dependiendo del paciente y su estado de salud, y que su determinación debe hacerse a través de una evaluación completa y adecuada por parte del personal de enfermería (69,70).

Flores-Méndez et al. (69) se enfocaron en su estudio en identificar los diagnósticos de enfermería más comunes en pacientes críticos con riesgo de desnutrición. Se realizó un análisis retrospectivo de los registros médicos de 28 pacientes en una unidad de cuidados intensivos en México. Los resultados mostraron que el riesgo de desnutrición se presentó en el 100% de los pacientes, el deterioro del patrón de alimentación en el 85.71% de los pacientes, el desequilibrio nutricional por ingesta inferior a las necesidades del cuerpo en el 71.43% de los pacientes, el desequilibrio nutricional por ingesta excesiva con respecto a las necesidades del cuerpo en el 42.86% de los pacientes y el desequilibrio hidroelectrolítico en el 28.57% de los pacientes.

El estudio de Goulart et al. (70) examinó también los diagnósticos de enfermería en pacientes críticamente enfermos con riesgo de malnutrición en una unidad de cuidados intensivos en Brasil. También se identificaron otros diagnósticos como "riesgo de inanición" (67,9%) y "deterioro del patrón de sueño" (42,9%). Es importante destacar

que estos diagnósticos son una forma de identificar a los pacientes que tienen un mayor riesgo de presentar desnutrición en el futuro y poder intervenir de manera temprana para prevenir su desarrollo.

La literatura científica refuerza el papel activo de las enfermeras en la nutrición del paciente crítico desde la valoración del estado nutricional a la protocolización de la valoración de los requerimientos nutricionales, la monitorización y el control y tolerancia de la ingesta.

## 5. DISCUSIÓN

En la presente revisión bibliográfica hemos realizado una búsqueda exhaustiva de la literatura más actualizada sobre la evaluación de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico con el objetivo de identificar la metodología más adecuada para su realización. En este contexto, la literatura identifica la calorimetría indirecta como método de elección para realizar el cálculo del gasto energético en estos pacientes y así poder determinar la pauta nutricional basándonos en estas necesidades energéticas.

La calorimetría indirecta se ha propuesto como *el método de referencia (del inglés, "Gold standard")* para realizar una adecuada determinación del gasto energético en el paciente crítico (50,51). Su precisión y su carácter no invasivo son las dos cualidades técnicas que la determinan como patrón de referencia, es decir el mejor método y más confiable para realizar una medición del gasto energético (43).

Concretamente, la precisión de la calorimetría indirecta se debe a que tiene en cuenta varios factores que afectan al gasto energético, como la edad, el peso, la talla, el género, la temperatura ambiente, el estado nutricional, la actividad física y el nivel de estrés. Además, se determina utilizando gasto metabólico basal, que representa el gasto energético en reposo (41-46). Con lo anterior, su carácter no invasivo permite medir el gasto energético sin necesidad de procedimientos invasivos, como la toma de muestras de sangre o la colocación de catéteres invasivos. Esto es especialmente importante en pacientes críticos, que a menudo tienen múltiples líneas y dispositivos médicos (41-46,49)

A su vez, al ser una técnica que se basa en la medición del intercambio de oxígeno y dióxido de carbono en los pulmones, refleja la utilización de sustratos energéticos en el organismo. Así, la calorimetría indirecta puede ayudar a identificar el sustrato que se está consumiendo en el organismo, gracias a la medición del intercambio respiratorio, lo que puede ser útil para ajustar la nutrición y el tratamiento en pacientes críticos (41-46,49). Sin embargo, es importante tener en cuenta que otros factores, como la respuesta hormonal y la inflamación, también pueden afectar la utilización de sustratos en el cuerpo y deben ser considerados en la evaluación clínica global del paciente (43-45).

A pesar de ser la metodología recomendada para estimar el gasto energético, su uso plantea ciertas limitaciones todavía (52). Basándonos en la revisión sistemática de Kross E. K. et al. (52), donde analizaron 46 estudios, entre las limitaciones principales a la hora de medir el gasto energético mediante calorimetría indirecta destacan la necesidad de equipos especializados y la variabilidad inter e intra-observador en la interpretación de los resultados. No obstante, gracias al avance en tecnología médica, en los últimos años se han comercializado equipos de calorimetría indirecta más sencillos de usar y con un menor coste en comparación con los equipos tradicionales y han sido sometidos a estudios de validación en población sana y enferma (71-74). A su vez, cada vez más investigadores y profesionales intensivistas trabajan para concretar protocolos a la hora de trabajar en la interpretación de los datos aportados por estos equipos (47,48). Estos nuevos calorímetros fáciles de usar, portátiles y con una exportación de datos sencilla de comprender, pueden abrir una nueva oportunidad a la hora de generalizar el uso de la calorimetría indirecta. Así, a pesar de que es necesario que los profesionales se formen en su uso para limitar posibles irregularidades y errores en las mediciones, estos instrumentos son cada vez más fáciles e intuitivos de usar, que sumado a la asequibilidad de los mismos, favorece su uso en la práctica clínica de rutina.

En la estimación del gasto energético total, a pesar de determinar la calorimetría indirecta como método para estimar el gasto energético en reposo, no hay un consenso sobre los factores de corrección que utilizar a la hora de ajustar el gasto energético con el estrés, lesión o tratamiento concreto de cada paciente. La guía de ASPEN (50) recomienda utilizar la fórmula de Harris-Benedict y aplicar un factor de estrés del 1,2-2,0 dependiendo de la gravedad de la enfermedad. Además, sugiere aplicar un factor de corrección adicional del 10-20% en pacientes con quemaduras graves, politraumatismos o cirugía mayor. Por su parte, ESPEN (51) propone utilizar la fórmula de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y aplicar un factor de corrección adicional del 20-30% en pacientes con lesiones graves o enfermedades críticas. Este factor puede ser mayor en pacientes con quemaduras extensas o síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS).

La literatura coincide en que el aporte nutricional que cada paciente requiere se debe estimar en base a la determinación del gasto energético. En esta línea las Sociedades

ESPEN y ASPEN instan a realizar una evaluación nutricional temprana en las primeras 24-48 horas después de la admisión del paciente crítico para identificar aquellos que tienen un mayor riesgo de desnutrición y para establecer un plan de tratamiento nutricional adecuado. Diferentes artículos (10,49,75-77) destacan la importancia de una evaluación nutricional temprana y una personalización adecuada de la nutrición para cada paciente crítico.

Es imprescindible que el aporte calórico se ajuste a los requerimientos del paciente, tanto el aporte deficitario como el aporte excesivo pueden generar consecuencias negativas en el paciente (20). Los macronutrientes se deberían de repartir de manera general de la siguiente manera 45-65% de carbohidratos, 20-30% de lípidos y un aporte proteico de entre 1,2-2g/kg/día (50,51). A pesar de concretar recomendaciones concretas, las mismas guías determinan la necesidad de individualizar y personalizar el tratamiento nutricional a cada paciente, teniendo en cuenta todas sus condiciones y la evolución de su patología.

Por ello, las guías de ASPEN (50) y ESPEN (51) recomiendan tener precaución con el aporte de carbohidratos en pacientes críticos con hiperglucemia, diabetes mellitus o intolerancia a la glucosa, ya que pueden aumentar los niveles de glucemia y agravar la enfermedad. Además, en pacientes con insuficiencia renal, puede ser necesario restringir el aporte de carbohidratos para evitar una sobrecarga de glucosa en sangre. Por otro lado, en pacientes con intolerancia digestiva o síndrome de intestino corto, se puede requerir un ajuste en la cantidad de carbohidratos para evitar diarrea o malabsorción. Recomiendan también, que el aporte de lípidos tendrá un control más exhaustivo en pacientes críticos con dislipidemia, enfermedades hepáticas y/o pancreáticas, así como en aquellos que estén recibiendo nutrición parenteral total (NPT) con emulsiones lipídicas. Además, se debe tener en cuenta que el aporte excesivo de lípidos puede causar un aumento en la producción de CO<sub>2</sub> y una disminución en la tolerancia respiratoria en pacientes con insuficiencia respiratoria. A su vez, la ingesta de proteínas se limitará en situaciones la insuficiencia renal aguda o crónica, la cirrosis hepática, la encefalopatía hepática y el síndrome de repleción proteica.

Diferentes estudios como el de Shi X et al. (55) y Patel, J. J. et al. (56) abalan la necesidad de realizar un aporte adecuado de carbohidratos, donde respectivamente concluyeron



que la administración temprana de carbohidratos en pacientes críticos con lesión pulmonar aguda se asoció con una menor mortalidad y una menor duración de la estancia en la unidad de cuidados intensivos y que una estrategia de nutrición temprana y progresiva con una combinación de proteínas y carbohidratos puede ser beneficiosa para mejorar los resultados clínicos en pacientes críticos.

En lo referente a la recomendación del aporte de micronutrientes, las cantidades recomendadas varían según las guías y estudios. No obstante, se establece que se deben asegurar los aportes adecuados de vitaminas y minerales para prevenir la deficiencia de micronutrientes en el paciente crítico (50,51)

En lo referente a la selección de la vía de administración de nutrientes, teniendo en cuenta que en la mayoría de los pacientes críticos la nutrición oral estará limitada o imposibilitada, se recomendará la administración de nutrientes por vía enteral en pacientes con función gastrointestinal preservada (50,51). En pacientes con disfunción gastrointestinal o que no toleran la alimentación enteral, se puede considerar la nutrición parenteral (50,51). Diferentes estudios (60,75-77) abalan los beneficios de la nutrición enteral precoz en el paciente crítico por sus beneficios como: reducción de la tasa de infecciones disminución de la duración de la estancia en unidades de cuidados intensivos y del tiempo de ventilación mecánica, mejora del equilibrio nitrogenado y de la función inmunológica, reducción de la morbilidad y mortalidad y mejora en la calidad de vida y en la recuperación funcional a largo plazo.

Con todo lo anterior, en la evaluación de los requerimientos nutricionales del paciente crítico la monitorización y ajuste de la terapia nutricional será imprescindible para conseguir las metas nutricionales de cada paciente (14, 50, 51). Como hemos podido analizar en la literatura científica el metabolismo de los pacientes críticos, así como sus necesidades nutricionales y condiciones patológicas son cambiantes en el tiempo. Es por ello, que se recomienda una monitorización frecuente del estado nutricional del paciente y ajustar la terapia nutricional en función de la respuesta del paciente. En esta monitorización, la realización de medición por calorimetría indirecta de manera recurrente puede ser de gran interés, según la recomendación de la ESPEN se debería realizar una vez por día en todo paciente con nutrición artificial (51).

Para finalizar, la atención nutricional del paciente crítico es una tarea multidisciplinar, donde es necesario establecer un plan de alimentación adecuado y coordinarlo con todos los profesionales de las unidades de cuidados intensivos, programando la interrupción de la alimentación en el momento más oportuno y por el menor tiempo posible. A su vez, es importante buscar alternativas como la combinación de nutrición enteral y parenteral, con el objetivo de que cuando un procedimiento pueda interrumpir uno de los dos soportes el otro pueda seguir proporcionando nutrientes al paciente. En todos estos procesos, el papel de las enfermeras es fundamental como hemos podido analizar en la literatura.

Estudios determinan que implantar herramientas y/o protocolos de atención nutricional en el paciente crítico, desarrollados por enfermeras (65) o por profesionales sanitarios, incluidas las enfermeras (66), mejora la ingesta nutricional de los pacientes críticos y atención nutricional en pacientes hospitalizados, pudiendo ayudar a reducir la prevalencia de la desnutrición hospitalaria y mejorar los resultados de los pacientes. A su vez, ambos mostraron ser sencillos de aplicar en la práctica enfermera.

El personal de enfermería es el encargado de vigilar y evaluar el estado nutricional del paciente, realizar las mediciones antropométricas, controlar la ingesta de nutrientes, verificar la administración correcta de la nutrición enteral o parenteral y colaborar en los diferentes cuidados relevantes en las necesidades nutricionales de estos pacientes (62-63). Además, son los profesionales que están en contacto directo y continuo con el paciente, detectando cualquier cambio en su estado nutricional y así, poder actuar de manera temprana para corregirlo (62,63,71,72). Por ello, el personal de enfermería tiene que ser un profesional activo a la hora de establecer un plan de alimentación adecuado y coordinarlo con el resto de los profesionales sanitarios (63).

La capacitación y el empoderamiento de las enfermeras en la valoración de los requerimientos nutricionales, en el control y monitorización de la ingesta ayudaría a mejorar los resultados en salud de los pacientes críticos. Diferentes estudios refuerzan que la educación e implicación de enfermería en la nutrición del paciente crítico mejoraría la atención y resultados de estos pacientes (64-67).

En este contexto, las enfermeras podrían formarse en la utilización de equipos de calorimetría indirecta y participar activamente en la correcta evaluación y monitorización de las necesidades nutricionales de los pacientes críticos. Una mayor formación en el ámbito de la nutrición y de la evaluación de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico ayudaría a mejorar la calidad de atención de este tipo de pacientes.

La valoración nutricional es parte de la valoración holística de enfermería y como se ha visto, dentro del plan de cuidados se abordan diagnósticos enfermeros relacionados con la nutrición, incluyendo la gestión de nutrición artificial. Enfermería tiene la responsabilidad de realizar los diagnósticos enfermeros propios del proceso de atención de enfermería, siendo su responsabilidad identificar el riesgo de desnutrición, el desequilibrio nutricional, el riesgo de intolerancia a la alimentación y el deterioro de patrón alimentario (63,69,70). Por ello el trabajo realizado aporta información de gran interés para las enfermeras, visibilizando la importancia que tienen en la nutrición de estos pacientes y proporcionando pautas concretas para mejorar la práctica enfermera.

## 6. CONCLUSIONES

Las conclusiones principales de este Trabajo Fin de Grado tras la revisión bibliográfica sobre la valoración de los requerimientos nutricionales en el paciente crítico son:

- La calorimetría indirecta es la metodología de elección a la hora de determinar el gasto energético en el paciente crítico. En su defecto, y solo, si no se disponen de recursos suficientes se utilizarían ecuaciones predictivas.
- Realizar un correcto ajuste por factores de estrés, lesión y tratamiento es imprescindible para una correcta determinación del gasto energético. A pesar de ello, no existe un consenso sobre cuál escala es más conveniente utilizar.
- El aporte calórico y de macronutrientes debe ser individualizado y personalizado a cada paciente y caso concreto.
- La nutrición enteral deberá comenzar a las 24-48h, con ingesta oral limitada o tras suspensión de la misma.
- El tratamiento nutricional se debe monitorizar de manera rutinaria, adaptando la nutrición a las necesidades del paciente en cada momento.
- Se debe de establecer un plan de alimentación adecuado y coordinarlo con el equipo médico y el resto de los profesionales, programando la interrupción de la alimentación en el momento más oportuno y por el menor tiempo posible.
- Es responsabilidad del personal de enfermería identificar diagnósticos enfermeros relevantes en la nutrición del paciente crítico como: identificar el riesgo de desnutrición, el desequilibrio nutricional, el riesgo de intolerancia a la alimentación y el deterioro de patrón alimentario.
- El personal de enfermería tiene un papel crucial en la administración de la nutrición artificial, incluyendo la verificación de la colocación de la sonda y dispositivos, así como, del control de su tolerancia.
- El personal de enfermería es responsable en la correcta la administración del tratamiento nutricional de acuerdo con las instrucciones del equipo médico y nutricional.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Bistrain BR. Nutritional support in the intensive care unit: challenges and controversies. *Crit Care Clin.* 2010;26(2):295-309. doi:10.1016/j.ccc.2009.12.003
2. Casaer MP, Van den Berghe G. Chapter 20: Nutrition in the Critically Ill Patient. In: Williams SR, ed. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease*. 4th ed. London: Academic Press; 2017: 391-405.
3. Cederholm T, Jensen GL, Correia M, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr.* 2019;38(1):1-9. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.002
4. Fuentes-Mateos R, García-de-Lorenzo A, Iglesias-Fernández J, et al. [Prevalence of hospital malnutrition in adult patients admitted to different specialties]. *Nutr Hosp.* 2012;27(2):469-476. doi:10.1590/S0212-16112012000200025
5. Celaya-Padilla JM, Guevara-Cruz M, Barajas-Olmos F, Mora-Olivo A. Prevalencia de desnutrición en pacientes críticos. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2018;22(2):108-117. doi:10.14306/renhyd.22.2.454
6. Preiser JC, Ichai C, Orban JC, Groeneveld J. Metabolic response to the stress of critical illness. *Br J Anaesth.* 2014 Jun 26. pii: aeu187. [Epub ahead of print].
7. Weijs PJM, Wischmeyer PE. Optimizing Nutrition and Metabolism in Critically Ill Patients: A Physiologic Approach. In: Vincent JL, ed. *Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine 2017*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing; 2017:307-319. doi:10.1007/978-3-319-55775-9\_25
8. Suárez de la Rica A. Nutrición en el paciente crítico. *Med Intensiva.* 2006;30(1):28-37. doi:10.1016/S0210-5691(06)73318-8
9. Correia MI, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr.* 2003; 22(3):235-239. doi: 10.1016/s0261-5614(02)00215-7

10. Heyland DK, Cahill N, Day AG. Optimal amount of calories for critically ill patients: depends on how you slice the cake!. *Crit Care Med*. 2011;39(12):2619-2626. doi:10.1097/CCM.0b013e3182282297
11. Powers J, Singer M. Nutrition in the ICU: Guidelines and Controversies. *Chest*. 2016;149(3):726-737. doi: 10.1378/chest.15-1370.
12. Plank LD, Hill GL. Energy expenditure in critically ill patients. *Crit Care Clin*. 1996;12(3):583-598. doi:10.1016/s0749-0704(05)70315-4
13. "Human Energy Metabolism" de W. W. Wong. CRC Press, 2010.
14. Arabi YM, Casaer MP, Chapman M, et al. The intensive care medicine research agenda on nutrition and metabolism. *Intensive Care Med*. 2017;43(9):1239-1256. doi: 10.1007/s00134-017-4774-4
15. Singer P, Blaser AR, Berger MM, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38(1):48-79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037
16. Holzapfel L, Kondrup J, Jensen MG, et al. Comparison of indirect calorimetry, the Fick method, and prediction equations in estimating the energy requirements of critically ill patients. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(6):1466-1473.
17. Boeykens K. Nutritional support in the intensive care unit: implications for nursing care from evidence-based guidelines and supporting literature. *Clin Dimension*. 2012;3(2):14-21.
18. Khalaf H, Zakari N, Al-Mahmeed A, et al. Knowledge, attitudes, and practices of intensive care unit nurses towards nutritional care in critically ill patients: A descriptive cross-sectional study. *J Clin Nurs*. 2020;29(1-2):226-234. doi: 10.1111/jocn.15048.
19. Richardson WS, Wilson MC, Nishikawa J, Hayward RS. The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *ACP J Club*. 1995;123(3): A12-13. PMID: 7582738.
20. Casaer MP, Van den Berghe G. Nutrition in the acute phase of critical illness. *N Engl J Med*. 2014;370(13):1227-1236. doi: 10.1056/NEJMra1304623

21. Fukuda DH, Mota JFM, de-Souza DA. Assessment of Macronutrient and Micronutrient Intake and Adequacy in Critically Ill Patients: A Systematic Review. *Nutrients*. 2020;12(12):3806. doi: 10.3390/nu12123806.
22. Weststrate JA, Weys PJ. A comparison of indirect calorimetry and direct calorimetry for measuring human energy expenditure. *Ann Nutr Metab*. 1996;40(6):388-97. doi: 10.1159/000177883.
23. Murthy K, Cohen J. Accuracy and precision of indirect calorimetry versus predictive equations for estimating energy expenditure in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2022;50(2):321-332.
24. Singer P, Anbar R, Cohen J, Shapiro H, Shike M. ESPEN guidelines for nutrition in the ICU. *Clin Nutr*. 2011;30(6):724-741. doi: 10.1016/j.clnu.2011.08.009
25. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of human basal metabolism. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1919;4(12):370-373. doi: 10.1073/pnas.4.12.370
26. Black AE, Coward WA, Cole TJ, Prentice AM. Human energy expenditure in affluent societies: an analysis of 574 doubly-labelled water measurements. *Eur J Clin Nutr*. 1986;40(10):812-818.
27. Faisy C, Lerolle N, Dachraoui F, Savard JF, Abboud I. Influence of Nutritional Support on Clinical Outcome and Nutritional Status in Hemodynamically Stable Mechanically Ventilated Critically Ill Patients: A Prospective, Randomized, Controlled Trial. *Crit Care Med*. 2013;41(12):2733-2743. doi: 10.1097/CCM.0b013e318298a849
28. Frankenfield DC, Rowe WA, Cooney RN, Smith JS, Becker D. Limits of Body Mass Index to Detect Obesity and Predict Body Composition. *Nutr*. 2003;19(3):157-163.
29. Brandi LS, Santarpia L, Gallotta S, Candigliota M, Curcio F, Lapolla F, Contaldo F. Accuracy of Predictive Equations for Resting Energy Expenditure of Non-Surgical Critically Ill Patients. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57(4):539-545.
30. Ireton-Jones CS, Turner WW, Liepa GU. Equations for the Estimation of Resting Energy Expenditure in the Critically Ill. *Nutr*. 2002;18(9):730-732.

31. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr.* 1990;51(2):241-247. doi:10.1093/ajcn/51.2.241.
32. Frankenfield DC, Ashcraft CM. Estimation of energy needs in critically ill patients. *Chest.* 2019;156(1):S73-S83. doi:10.1016/j.chest.2019.02.0
33. Cheng Y, Wang Y, Li Y, et al. Evaluation of the Accuracy of Energy Expenditure Predictive Equations in Critically Ill Patients: A Systematic Review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2020;44(8):1406-1420. doi:10.1002/jpen.1846
34. Hsu CW, Sun SF, Lin SL, et al. Estimation of energy needs in critically ill patients: comparison of prediction equations with measured energy expenditure. *Clin Nutr.* 2017;36(4):1248-1255. doi:10.1016/j.clnu.2016.07.005
35. Cordoza M, Chan LN, Bridges E, Thompson H. Methods for Estimating Energy Expenditure in Critically Ill Adults. *AACN Adv Crit Care.* 2020 Sep 15;31(3):254-264. doi: 10.4037/aacnacc2020110. PMID: 32866253; PMCID: PMC7520823.
36. Rees SE, Zeglam AT, Galiatsou E, et al. Accuracy of methods for estimating pulmonary artery wedge pressure in critically ill adult patients: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2020;48(12):e1262-e1272. doi:10.1097/CCM.0000000000004635
37. Mazzeffi M, Lin HM, Flynn BC. Pulmonary artery catheterization: State of the art in 2020. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020;34(3):752-762. doi: 10.1053/j.jvca.2019.06.030
38. Soussi S, Vallée F, Roquet F et al. PRONOBURN study group. Measurement of Oxygen Consumption Variations in Critically Ill Burns Patients: Are the Fick Method and Indirect Calorimetry Interchangeable? *Shock.* 2017 Nov;48(5):532-538. doi: 10.1097/SHK.0000000000000885. PMID: 28452908.
39. Frankenfield DC, Ashcraft CM. Estimating energy needs in nutrition support patients. *Nutr Clin Pract.* 2014;29(1):84-92. doi:10.1177/0884533613516559
40. Nutrición: Gropper SS, Smith JL, Groff JL. *Advanced Nutrition and Human Metabolism.* Cengage Learning; 7th edition (2018).



41. Alves FDS, do Nascimento JR, de Mello MT, Tufik S. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2017;20(3):192-197.
42. Marino PL, Sutin KM. Necesidades de sustratos metabólicos. En: Marino PL, Sutin KM. *El libro de la UCI*. 3ª ed. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p. 775-89.
43. Frankenfield D, Smith JS, Cooney RN, Blosser S. Measurement of resting metabolic rate in critically ill patients. *Nutr Clin Pract*. 2012 Feb;27(1):77-88.
44. Koehler G, Gagnon D, White MD, Ritz P. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract*. 2019 Jun;34(3):368-379.
45. Mullins CE, Sanchez MR. Indirect calorimetry in critical care: a review. *J Intensive Care Med*. 2019 Nov-Dec;34(11-12):935-948.
46. Dickerson RN, Kudsk KA, Brown RO, Vinnard MB. The utility of indirect calorimetry in the nutritional management of hospitalized patients. *Nutr Clin Pract*. 2016 Feb;31(1):22-38.
47. Alcantara JMA, Galgani JE, Jurado-Fasoli L, Dote-Montero M, Merchan-Ramirez E, Ravussin E, Ruiz JR, Sanchez-Delgado G. Validity of four commercially available metabolic carts for assessing resting metabolic rate and respiratory exchange ratio in non-ventilated humans. *Clin Nutr*. 2022 Mar;41(3):746-754. doi: 10.1016/j.clnu.2022.01.031. Epub 2022 Feb 4. PMID: 35180452; PMCID: PMC9616127.
48. Sanchez-Delgado G, Alcantara JMA, Ortiz-Alvarez L, Xu H, Martinez-Tellez B, Labayen I, Ruiz JR. Reliability of resting metabolic rate measurements in young adults: Impact of methods for data analysis. *Clin Nutr*. 2018 Oct;37(5):1618-1624. doi: 10.1016/j.clnu.2017.07.026. Epub 2017 Aug 5. PMID: 28826698.
49. De Waele E, Honoré PM, Malbrain MLNG. Does the use of indirect calorimetry change outcome in the ICU? Yes it does. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2018 Mar;21(2):126-129. doi: 10.1097/MCO.0000000000000452. PMID: 29341970.
50. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, et al. Clinical Guidelines for the Use of Parenteral and Enteral Nutrition in Adult and Pediatric Patients: Applying the GRADE

System to Development of ASPEN Clinical Guidelines. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2021 Mar;45(Suppl 3):S1-S59. doi: 10.1002/jpen.1936. PMID: 33686512.

51. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. Clin Nutr. 2019;38(1):48-79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037

52. Kross EK, Wiersema R, Konings M, Hulst RR, Verbruggen SC. Limitations and opportunities of indirect calorimetry in critically ill patients—a systematic review. Crit Care. 2020 Jan;24(1):1-16. doi: 10.1186/s13054-020-02860-9.

53. Oshima T, Berger MM, De Waele E, Guttormsen AB, Heidegger CP, Hiesmayr M, Singer P, Wernerman J, Pichard C. Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group. Clin Nutr. 2017 Jun;36(3):651-662. doi: 10.1016/j.clnu.2016.06.010. Epub 2016 Jun 22. PMID: 27373497.

54. Graf S, Karsegard VL, Viatte V, Heidegger CP, Fleury Y, Pichard C. Evaluation of three indirect calorimetry devices in mechanically ventilated patients: which device compares best with the Deltatrac II®? A prospective observational study. Clin Nutr. 2015 Feb;34(1):60-5.

55. Shi X, Li H, Li J, Li J, Zhang G. Early carbohydrate administration reduces mortality in critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. Clin Nutr. 2020;39(4):1114-1120. doi: 10.1016/j.clnu.2019.05.032

56. Patel JJ, Rice TW. Carbohydrate nutrition in critically ill patients. Nutr Clin Pract. 2020;35(5):766-773. doi: 10.1002/ncp.10422

57. Llano-Diez M, Sinclair A, Balcells C, et al. Lipid metabolism in critical illness: a review. Intensive Care Med. 2015;41(9):1467-1479. doi: 10.1007/s00134-015-3935-y

58. Cohen J, Jaber S, Labelle H, et al. Nutritional support in the critically ill: a critical review of the evidence. Crit Care. 2017;21(1):226. doi:10.1186/s13054-017-1801-6.

59. Wischmeyer PE, Dhaliwal R, McCall M, et al. Parenteral glutamine supplementation in critical illness: a systematic review. Crit Care. 2014;18(2):R76. doi: 10.1186/cc13869.

60. Reignier J, Boisramé-Helms J, Brisard L, et al. Enteral versus Parenteral Early Nutrition in Critically Ill Patients. *N Engl J Med*. 2018;379(18):1823-1834
61. Davies AR, Morrison SS, Bailey MJ, et al. A multicenter, randomized controlled trial comparing early nasojejunal with nasogastric nutrition in critical illness. *Crit Care Med*. 2012;40(9):2342-2348. doi:10.1097/CCM.0b013e318255d17
62. AACN Scope and Standards for Acute and Critical Care Nursing Practice. American Association of Critical-Care Nurses. (2019).
63. Patel JJ, Rosenthal MD, Heyland DK. Nutritional support in the critically ill. *Curr Opin Crit Care*. 2019;25(2):160-166. doi:10.1097/MCC.0000000000000596
64. Ros C, McNeill L, Bennett P. Review: Nurses can improve patient nutrition in intensive care. *J Clin Nurs* 2009;18(17):2406-2415.
65. Orinovsky I, Raizman E. Improvement of nutritional intake in intensive care unit patients via a nurse-led enteral nutrition feeding protocol. *Crit Care Nurs* 2018;38(3):38-
66. Keller HH, McCullough J, Davidson B, Vesnaver E, Laporte M, Gramlich L, et al. The Integrated Nutrition Pathway for Acute Care (INPAC): Building consensus with a modified Delphi. *Nutr J* 2015;14(1).
67. Kim H, Chang SJ. Implementing an educational program to improve critical care nurses' enteral nutritional support. *Aust Crit Care* 2019;32(3):218-222.
68. American Nurses Association. *Nursing: Scope and Standards of Practice*. 3rd ed. Silver Spring, MD: American Nurses Association; 2015.
69. Flores-Méndez RE, Medina-Moreno MR, Mancilla-Gutiérrez OR. Diagnósticos de enfermería en pacientes críticos con riesgo de desnutrición. *Invest Educ Enferm*. 2019;37(2):e09. doi: 10.17533/udea.iee.v37n2e09.
70. Goulart LF, Soratto J, Pereira RS. Nursing diagnoses in critically ill patients with a risk of malnutrition: a cross-sectional study. *Rev Bras Enferm*. 2021;74(5):e20200179. doi: 10.1590/0034-7167-2020-0179.

71. Pérez-Navero JL, Fernández-Rodríguez C, González-Haro C, et al. Validación de un equipo portátil de calorimetría indirecta en reposo y ejercicio. *Nutr Hosp.* 2017 Oct 11;34(5):1235-1240. doi: 10.20960/nh.1058. PMID: 29094625.
72. Fonseca RB, Camboim I, Tavares MC, et al. Assessment of energy expenditure and substrate utilization in critically ill children using a portable indirect calorimeter: validation of a new technology. *Nutrients.* 2018 Nov 1;10(11):1581. doi: 10.3390/nu10111581. PMID: 30388797; PMCID: PMC6265998.
73. Zanini M, Castro AA, Antunes MM, et al. Validation of a portable indirect calorimeter for measurement of resting metabolic rate in healthy adults. *J Hum Nutr Diet.* 2020 Jun;33(3):391-397. doi: 10.1111/jhn.12746. Epub 2019 Nov 17. PMID: 31732954.70.
74. Wernerman J, Christopher KB. Metabolic management in the ICU. *Curr Opin Crit Care.* 2016;22(4):279-284. doi: 10.1097/MCC.0000000000000314
75. Casaer MP, Mesotten D, Hermans G, et al. Early versus late parenteral nutrition in critically ill adults. *N Engl J Med.* 2011;365(6):506-517. doi:10.1056/NEJMoa1102662
76. Doig GS, Simpson F, Finfer S, et al. Effect of evidence-based feeding guidelines on mortality of critically ill adults: a cluster randomized controlled trial. *JAMA.* 2008;300(23):2731-2741. doi:10.1001/jama.2008.826
77. Doig GS, Simpson F, Heighes PT, et al. Early enteral nutrition, provided within 24 h of injury or intensive care unit admission, significantly reduces mortality in critically ill patients: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Intensive Care Med.* 2009;35(12):2018-2027. doi:10.1007/s00134-009-1664-4