



CONSORCI  
HOSPITAL GENERAL  
UNIVERSITARI  
VALÈNCIA



Servicio de Anestesia,  
Reanimación y Tratamiento del Dolor  
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

# **Nuevas estrategias nutricionales para prevenir la atrofia muscular. Valoración de la sarcopenia y la fuerza muscular. Uso de ecografía y otros dispositivos en paciente crítico.**

**Dra. Lourdes Alós Zaragoza (Médica Adjunta)**

**Dr. Arturo Rodríguez Testón (Médico Residente 3º)**

**Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor  
Consortio Hospital General Universitario de Valencia**

# Índice

- 1) **Sarcopenia: Definiciones, prevalencia y fisiopatología.      Obesidad sarcopénica.**
- 2) **Sd. De debilidad muscular adquirida en la UCI (ICU-AW).**
  - 1) **Definiciones y prevalencia.**
  - 2) **Fisiopatología.**
  - 3) **Implicaciones y factores de riesgo.**
- 3) **Diagnóstico.**
- 4) **Intervenciones terapéuticas.**
- 5) **Conclusiones.**
- 6) **Bibliografía.**

# 1. DEFINICIONES, FISIOPATOLOGÍA Y PREVALENCIA DE LA SARCOPENIA.

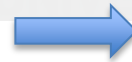
## DEFINICIONES

SYSTEMATIC REVIEW

How do we define and measure sarcopenia?  
A meta-analysis of observational studies

***La sarcopenia no tiene una definición universalmente aceptada.***

***2018 (EWGSOP2): Pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y fuerza, con riesgo de presentar resultados adversos como **discapacidad** física, calidad de vida deficiente y mortalidad.***



Fragilidad  
Caídas y fracturas  
Deterioro cognitivo  
Menor calidad de vida  
Carga de enfermedad y dependencia  
Síndromes geriátricos  
Aumento en los costes  
Mayor mortalidad

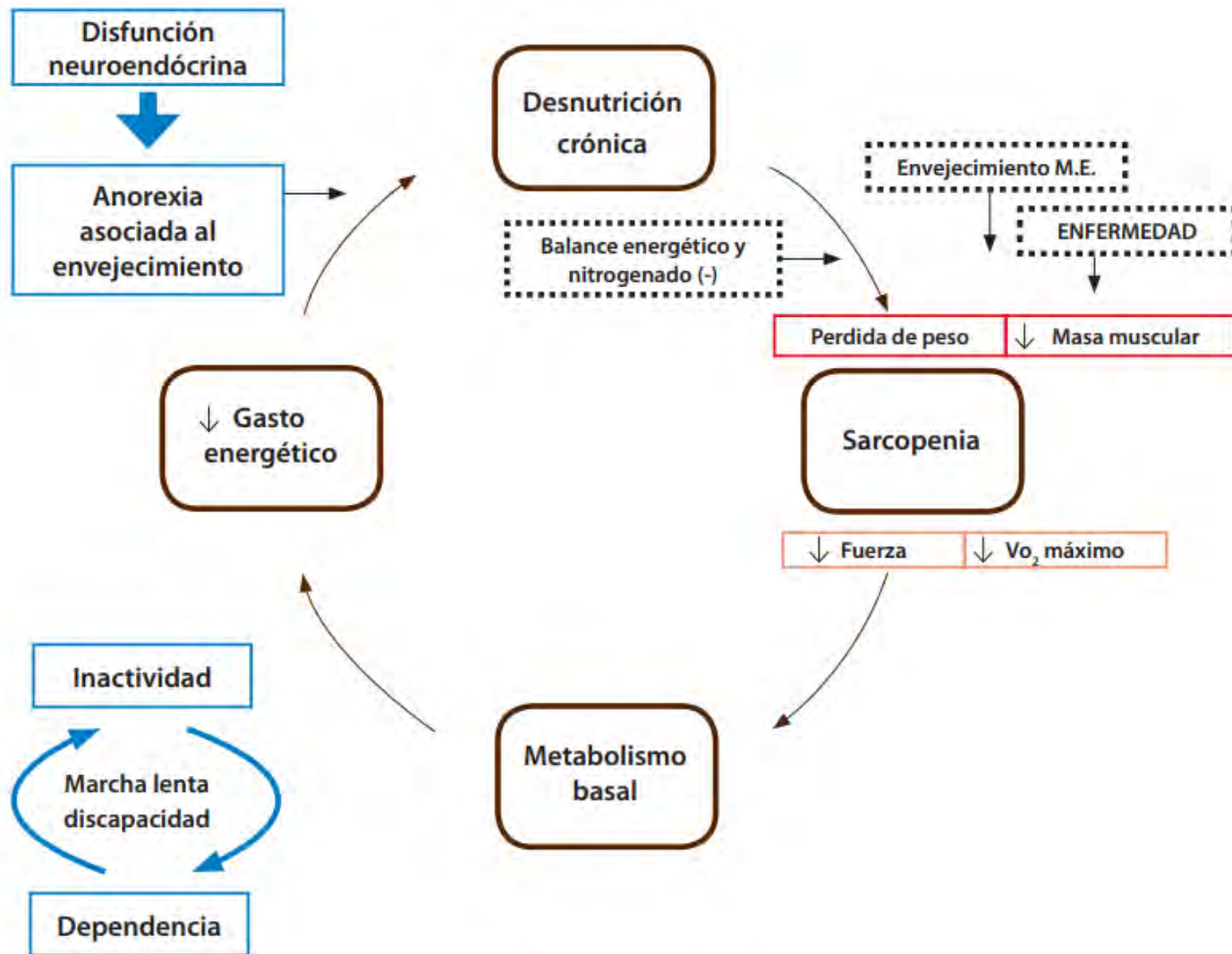
## PREVALENCIA DE LA SARCOPENIA



- Alta **heterogeneidad** observada en los estudios.
- En muchas ocasiones **enmascarada** por la pérdida de peso o la desnutrición.
- Disminución de la masa muscular comienza a **partir de los 40 años (1 -2% por año)**.
- 8 al 36 % en adultos más jóvenes, 24% de los adultos de 65 a 70 , 11% al 50% **por encima de los 80 años**.
- 50 millones de personas en 2025 y 200 millones de personas en 2050. Se prevee que  **aumente un 72%** entre 2016 y 2045.
- Es **difícil** evaluar la incidencia de sarcopenia en pacientes en la UCI.
- **60% al 70%** en pacientes críticos.



# FISIOPATOLOGÍA DE LA SARCOPENIA



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

- **Combinación particularmente peligrosa** (pérdida significativa de músculo puede pasar desapercibida). Aumento relativo de la masa **grasa** y una reducción de la masa **magra**.
- Pueden potenciarse sinérgicamente entre sí → Círculo vicioso.
- Hasta un **47%** de los pacientes críticos.
- Mayor riesgo de sufrir **complicaciones** y resultados negativos.
- Baja actividad física → Trastornos catabólicos musculares → Aumento de la grasa.
- **Estrés oxidativo, inflamación** (adipocitos), **resistencia anabólica** y a la insulina, depósito ectópico de grasa (**miosteatosis**).
- **Paradoja de la obesidad:**  
Individuos con mayor adiposidad son menos propensos a la pérdida de proteínas (ácidos grasos como fuentes de energía durante la enfermedad).

## 2. SD. DE DEBILIDAD MUSCULAR ADQUIRIDO EN UCI (ICU-AW).

### DEFINICIONES

Sociedad Torácica Estadounidense (2014):  
Trastorno complejo y **multifactorial físico, cognitivo y mental** que ocurre durante la estancia en la UCI o después del alta hospitalaria o de la UCI e incluye el pronóstico a largo plazo de los pacientes en la UCI y los efectos en la familia del paciente.

### Sarcopenia in critically ill patients

Muhammet C. Kizilarslanoglu<sup>1</sup> · Mehmet E. Kuyumcu<sup>1</sup> · Yusuf Yesil<sup>1</sup> · Meltem Halil<sup>1</sup>

Clinical review: intensive care unit acquired weakness

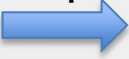
Greet Hermans<sup>1,2\*</sup> and Greet Van den Berghe<sup>1,3</sup>

### ICU-acquired weakness

Ilse Vanhorebeek<sup>1</sup>, Nicola Latronico<sup>2,3</sup> and Greet Van den Berghe<sup>1\*</sup>



## DEFINICIONES

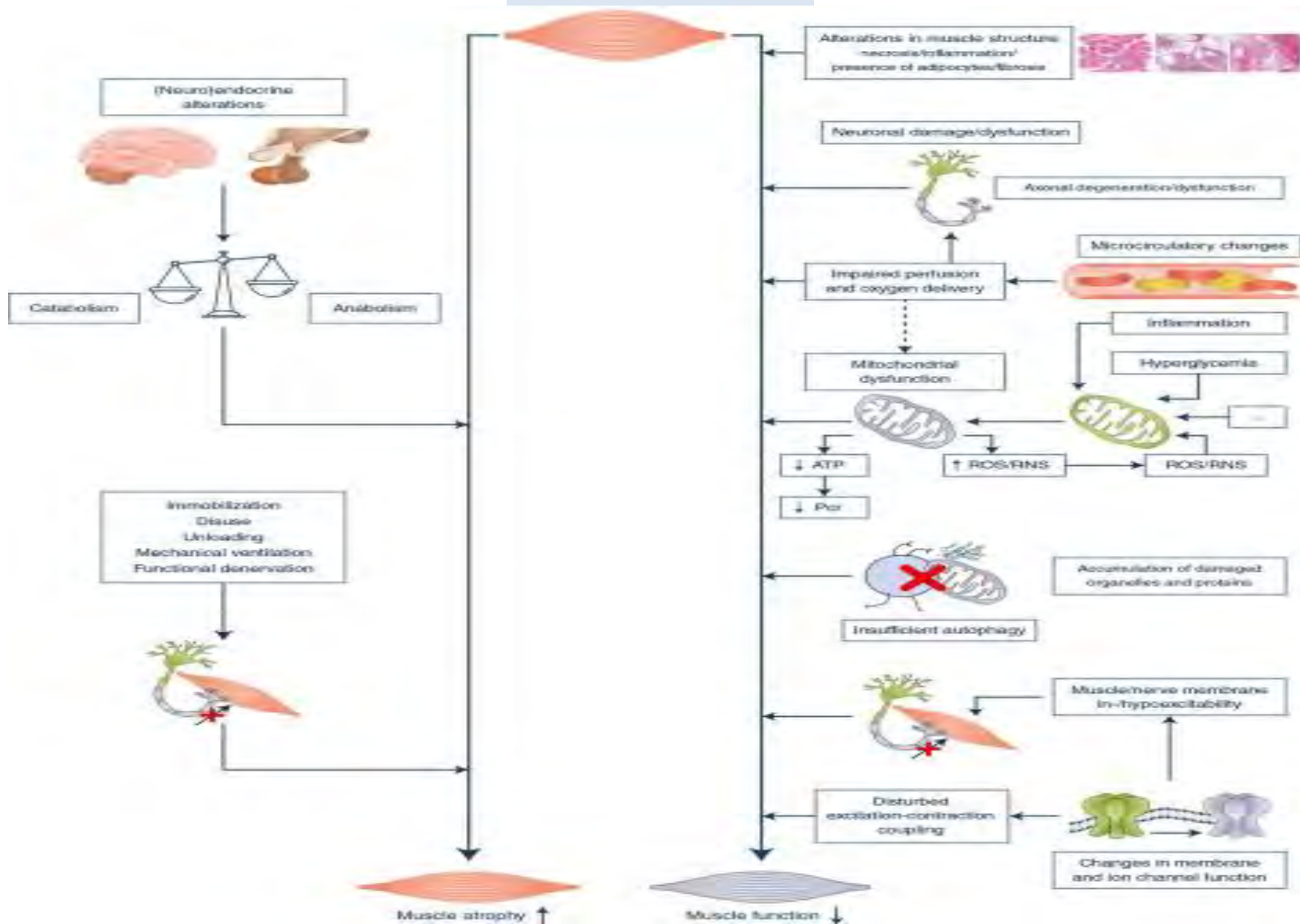
- La única etiología es la **enfermedad crítica** en sí.
- Comienza dentro de los **3 días** posteriores a la estancia en la UCI y empeora progresivamente (**sd. post- cuidados intensivos**).
- Incluye polineuropatía y la miopatía del paciente crítico y la **combinación** de ellas  **“neuromiopatía del paciente crítico”**

## PREVALENCIA

- Varía ampliamente, aunque generalmente **infradiagnosticada**.
- 40-50% y aumenta cuanto mayor es la **duración** de la estancia en UCI.
- Al momento del ingreso en la UCI el 71% de los pacientes >65 años tienen una musculatura baja.
- 40-70% de los pacientes **sépticos**, 70-100% si **FMO**.



# FISIOPATOLOGÍA



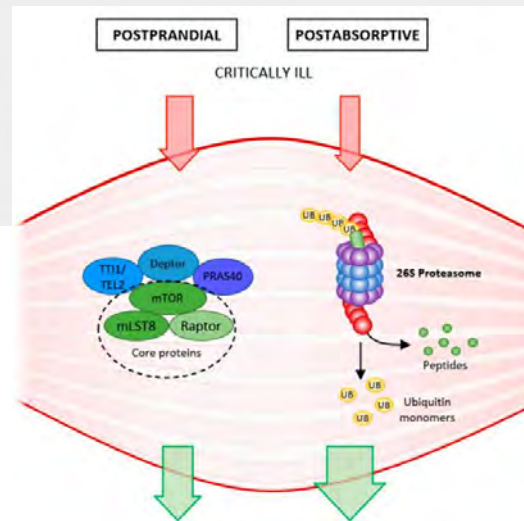
SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

## “La proteína es función”

- **Mal caracterizada y comprendida** → Dinámica y multifactorial
- Pérdida de hasta un **2%** de la masa de músculo esquelético por día (primera semana de estancia en UCI hasta un **20%** de la masa muscular). Posteriormente 4-5% cada semana de inmovilización.
- Disminución de la síntesis de proteínas y mayor **degradación** →  
**Pérdida neta de masa muscular, área muscular transversal y fuerza contráctil.**
- Cambios en la **morfología** del músculo esquelético, desacoplamiento excitación-contracción.
- Aumento de la lipogénesis, **hiperglucemia**, hipoalbumineamia.
- Disfunción de los canales de sodio y de las **mitocondrias**.

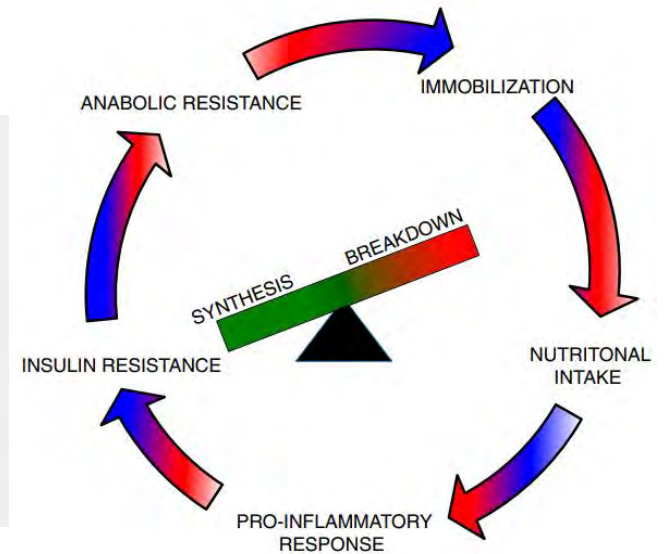
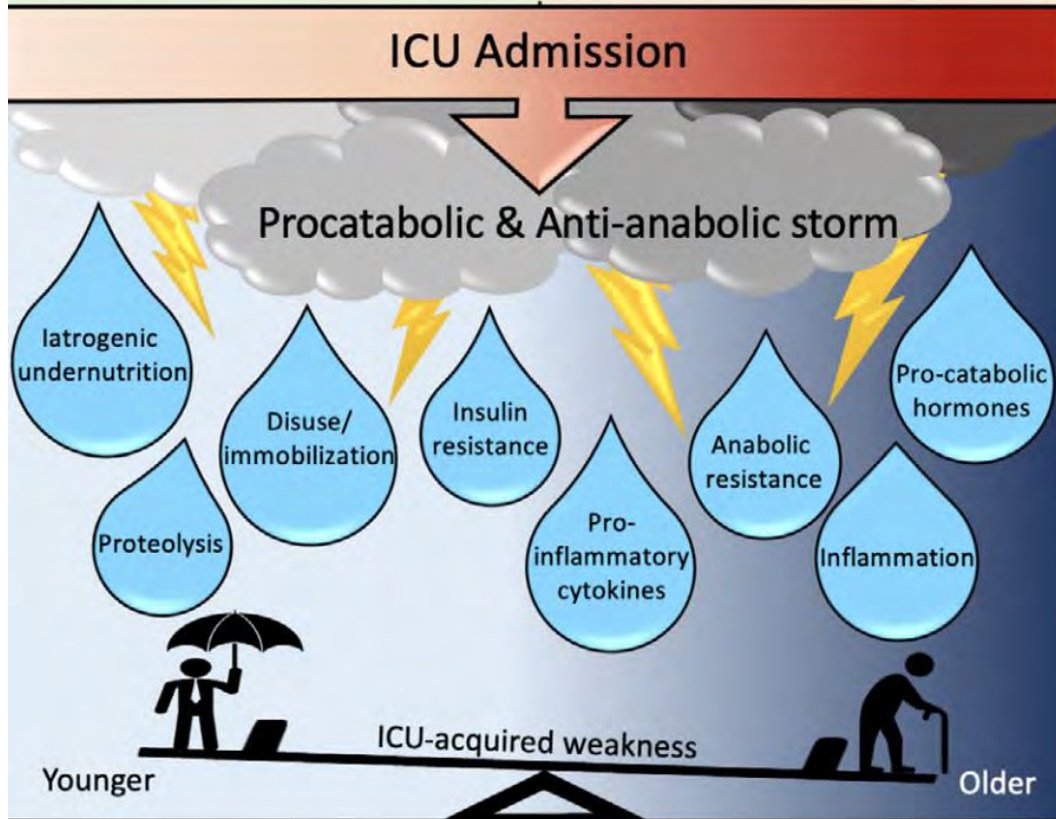
## FISIOPATOLOGÍA

- **Estrés oxidativo (ROS), inflamación sistémica (PCR, IL-6, IL-1B o TNF-a), degradación del glicocálix, inmunosupresión, translocación bacteriana y disbiosis.**
- Lesión del nervio periférico (denervación, degeneración axonal).
- Factores **moleculares** (GDF 15, calpaína, caspasas, chaperonas, ubiquitin - proteasoma, miostatina, las activinas A y B, TGF-b).



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

# RESISTENCIA ANABÓLICA



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

# ALTERACIONES MORFOLÓGICAS

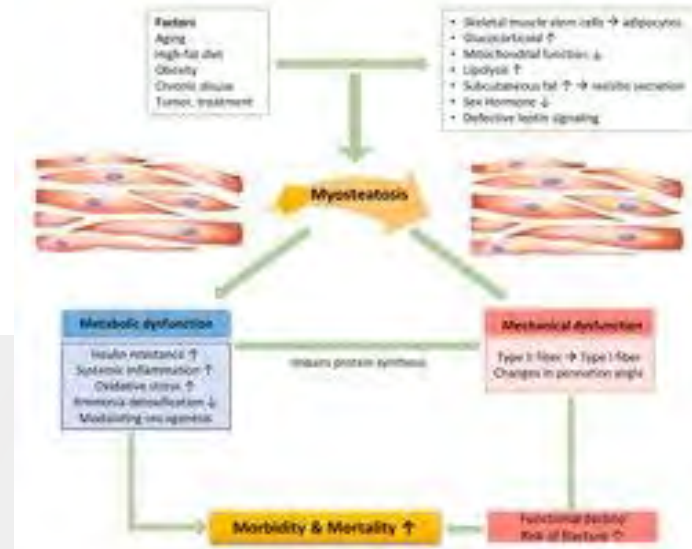
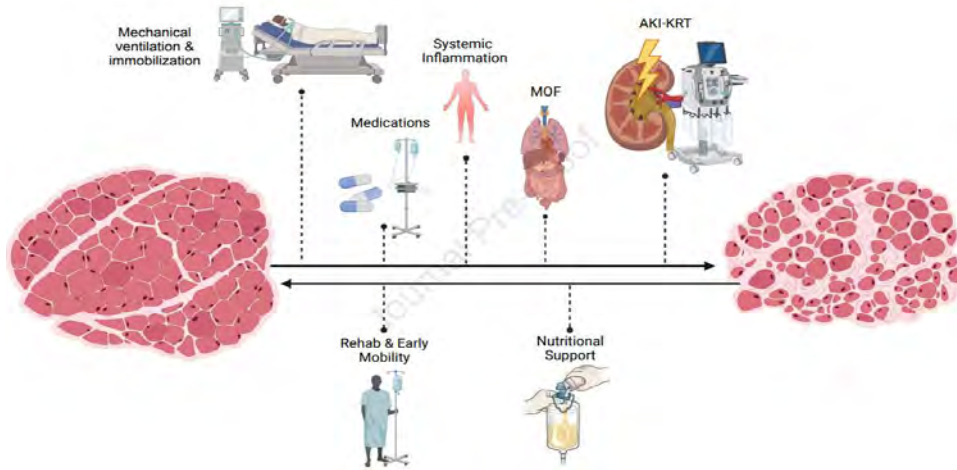
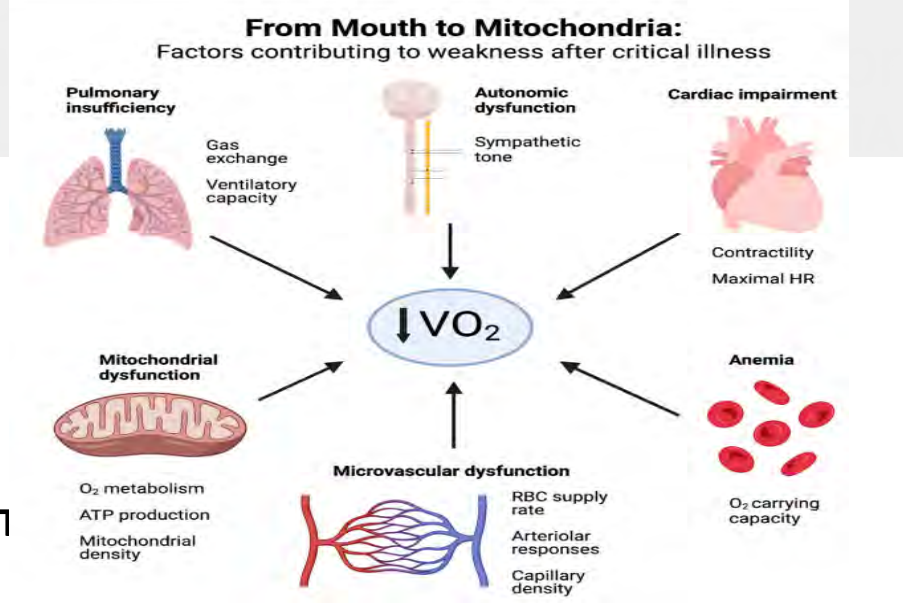


Fig. 3. Pathophysiology of myosteatosis.

# ALTERACIONES MITOCONDRIALES



SAR1

# Siempre es un signo de mal pronóstico.

### MORTALIDAD

Sarcopenia as A Predictor of Mortality Among the Critically Ill in an Intensive Care Unit: A Systematic Review and Meta-Analysis

**Functional Compromise Cohort Study (FCCS): Sarcopenia is a Strong Predictor of Mortality in the Intensive Care Unit**

P. A. de Hoogt<sup>1,2</sup> · K. W. Reisinger<sup>2</sup> · J. J. W. Tegels<sup>2</sup> · J. W. A. M. Bosmans<sup>2</sup> · F. Tijssen<sup>3</sup> · J. H. M. B. Stoot<sup>2</sup>

Research Article

**The Relation between Sarcopenia and Mortality in Patients at Intensive Care Unit**

Sarcopenia as a predictor of mortality among the critically ill in an intensive care unit: a systematic review and meta-analysis

**Impact of Muscle Mass on Survival in Patients with Sepsis: A Systematic Review and Meta-Analysis**

Assessment of Sarcopenia in the Intensive Care Unit and 1-Year Mortality in Survivors of Critical Illness

Skeletal muscle depletion predicts death in severe community-acquired pneumonia patients entering ICU

### MORBILIDAD

Acute skeletal muscle wasting and dysfunction predict physical disability at hospital discharge in patients with critical illness

CRITICAL EVALUATION OF MUSCLE MASS LOSS AS A PROGNOSTIC MARKER OF MORBIDITY IN CRITICALLY ILL PATIENTS AND METHODS FOR ITS DETERMINATION

Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients

Functional ability and quality of life in critical illness survivors with intensive care unit acquired weakness: A secondary analysis of a randomised controlled trial

Sarcopenia is an effective predictor of difficult-to-wean and mortality among critically ill surgical patients

The impact of sarcopenia and acute muscle mass loss on long-term outcomes in critically ill patients with intra-abdominal sepsis

## IMPLICACIONES

- **Prolonga la estancia en la UCI** y los días de ventilación mecánica (fracaso en el destete, neumonía asociada al ventilador).
- Complicaciones postoperatorias mayores (infecciones, UPP, anemia crónica, ERC, TVP y embolia pulmonar, disfagia).
- Deterioro cognitivo, disminución del rendimiento físico, **discapacidades** funcionales.
- **Caídas** y fracturas.
- Complicaciones cardiovasculares y respiratorias.
- Contribuye al **sd. Post-cuidados intensivos**.

## IMPLICACIONES

- **Prolonga la estancia en la UCI** y los días de ventilación mecánica (fracaso en el destete, neumonía asociada al ventilador).

•

•

•

•

•

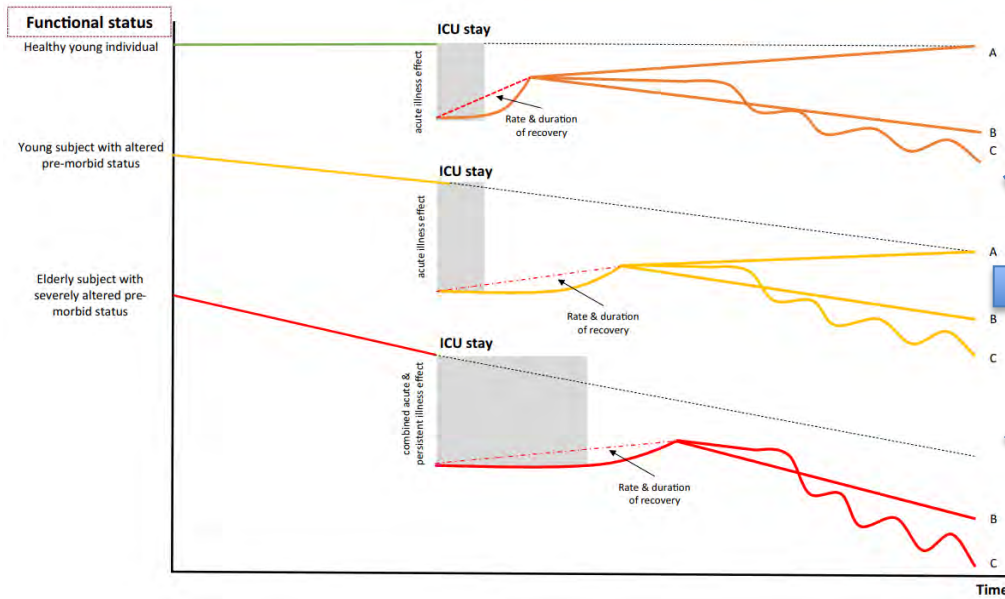
•

**CARGA  
ECONÓMICA  
RELACIONADA  
CON LA SALUD**

S



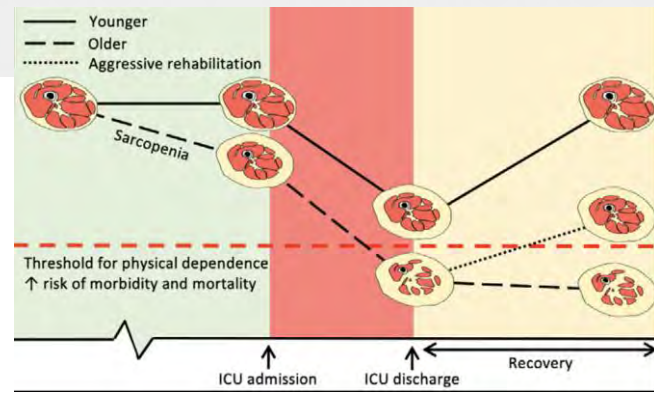
**La mayoría de los pacientes se recuperan en unos meses, aunque la atrofia muscular persiste en algunos de los pacientes incluso hasta 5 años.**



**Convalecencia y rehabilitación**

**Cronicidad y hospitalización prolongada**

**Síndrome inflamatorio y catabólico persistente**



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023**

Risk factors for intensive care unit-acquired weakness:

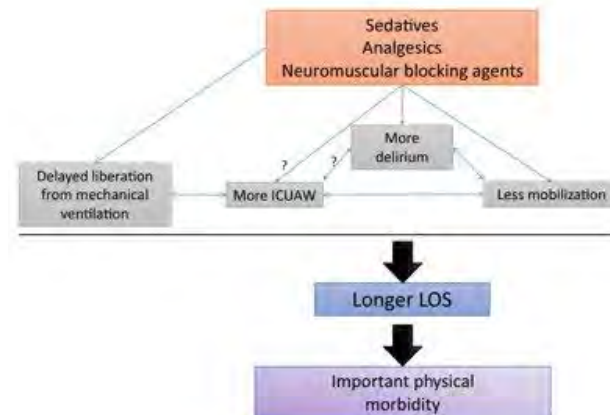
A systematic review and meta-analysis

**A systematic review and meta-analysis of risk factors for intensive care unit acquired weakness**

Zi Yang, MD<sup>1\*</sup>, Xiaohui Wang, MD<sup>2\*</sup>, Faying Wang, MD<sup>3\*</sup>, Zeyu Peng, MD<sup>4\*</sup>, Yuying Fan, PhD<sup>5,6\*</sup>

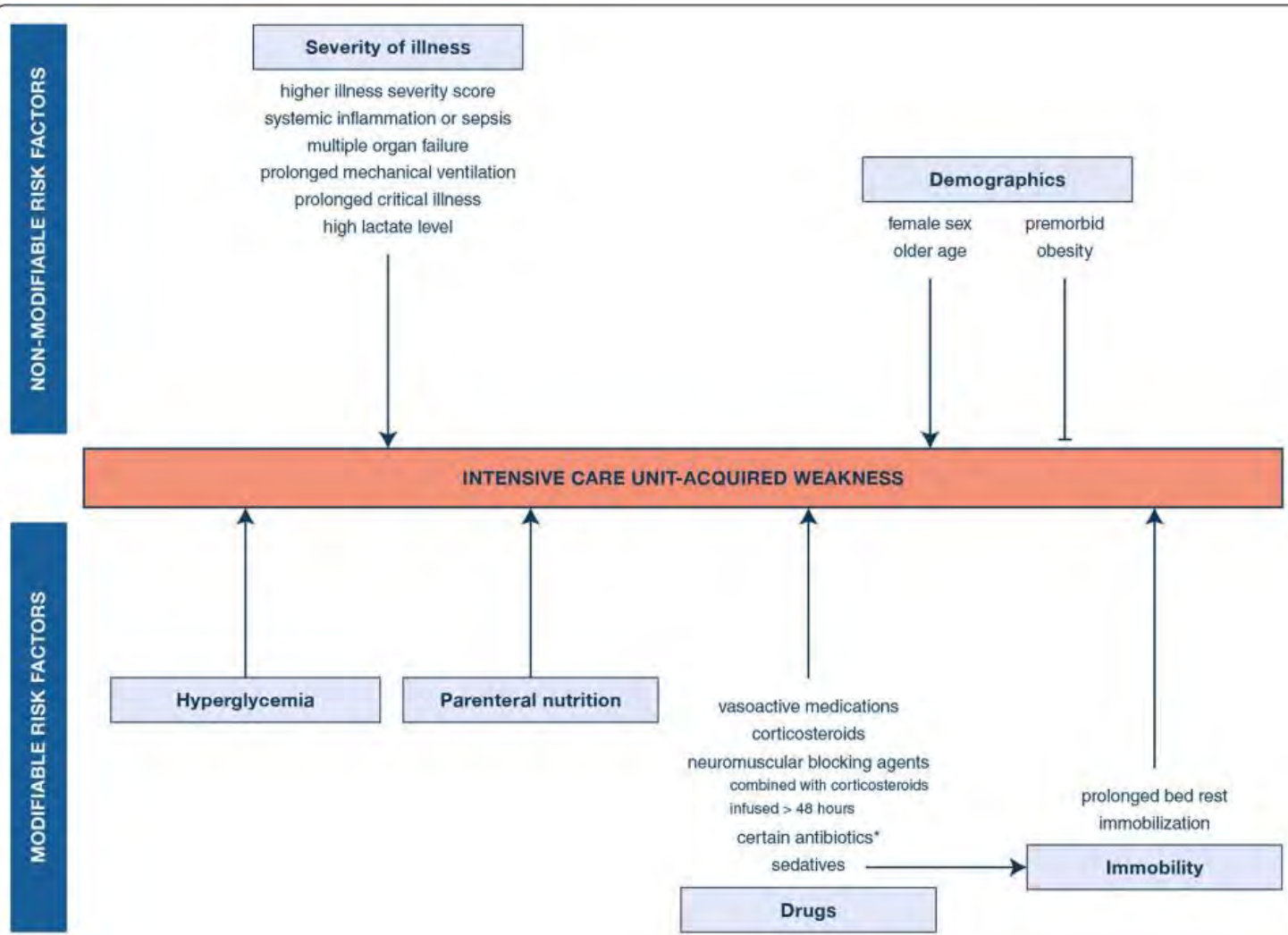
Risk prediction models for intensive care unit-acquired weakness in intensive care unit patients: A systematic review

## FACTORES DE RIESGO

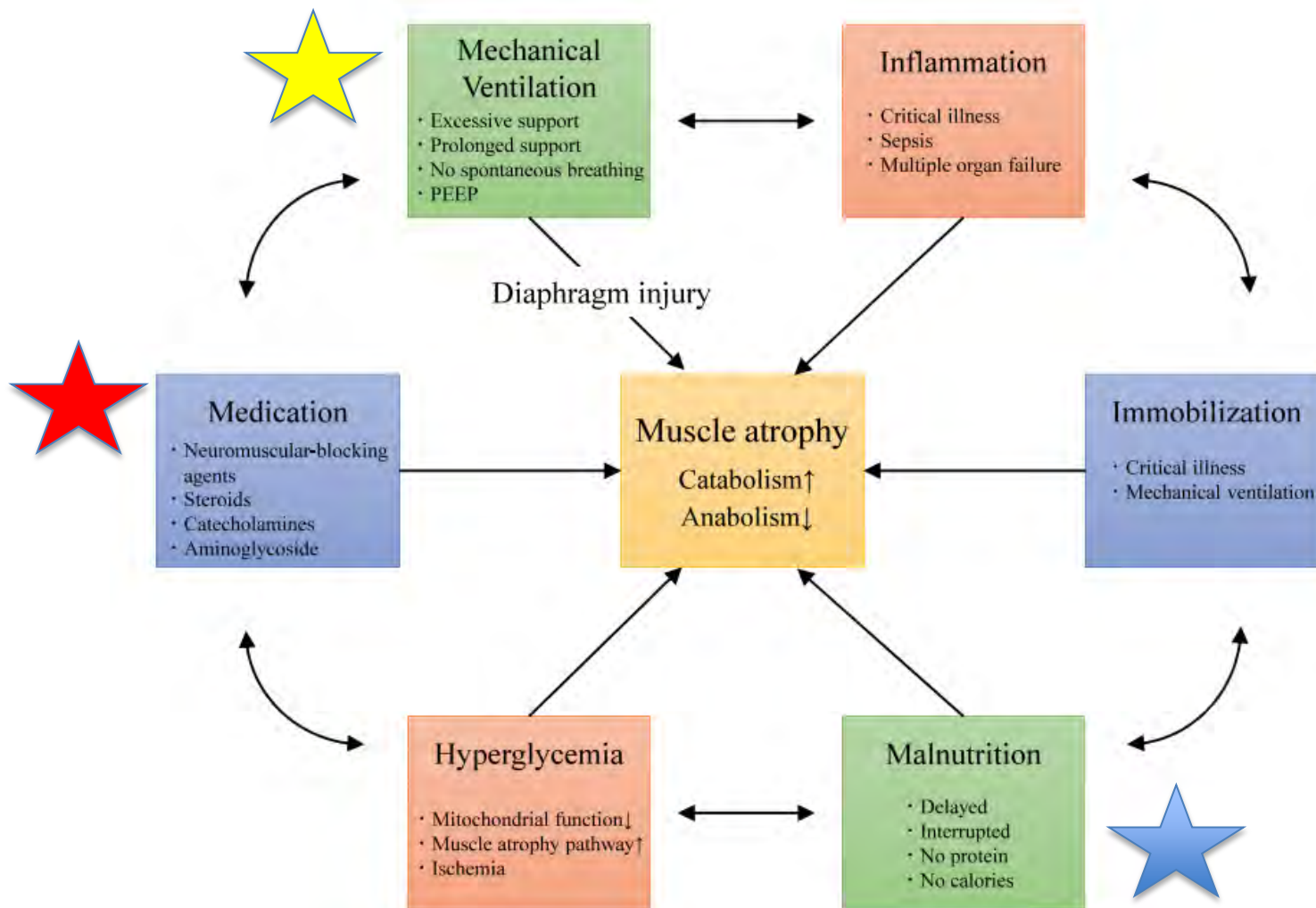


- **Multifactorial.**
- Edad, género femenino, enfermedades **crónicas.**
- **Discapacidad** previa a la UCI, masa muscular y estado **nutricional** al ingreso.
- Sepsis, insuficiencia multiorgánica y situaciones de **gravedad** .
- Hiperglucemia, hipoalbuminemia, anemia, nivel alto de lactato, deficiencia de esteroides sexuales, factores **inflamatorios.**
- Desnutrición en UCI, TRR, duración de la ventilación mecánica e **inmovilización**, delirium.
- **Polifarmacia:** corticosteroides, bloqueantes neuromusculares, sedantes, catecolaminas, aminoglucósidos, colistina, vancomicina, BDZ.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 28 de Noviembre de 2023



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023**



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua**  
**Valencia 28 de Noviembre de 2023**



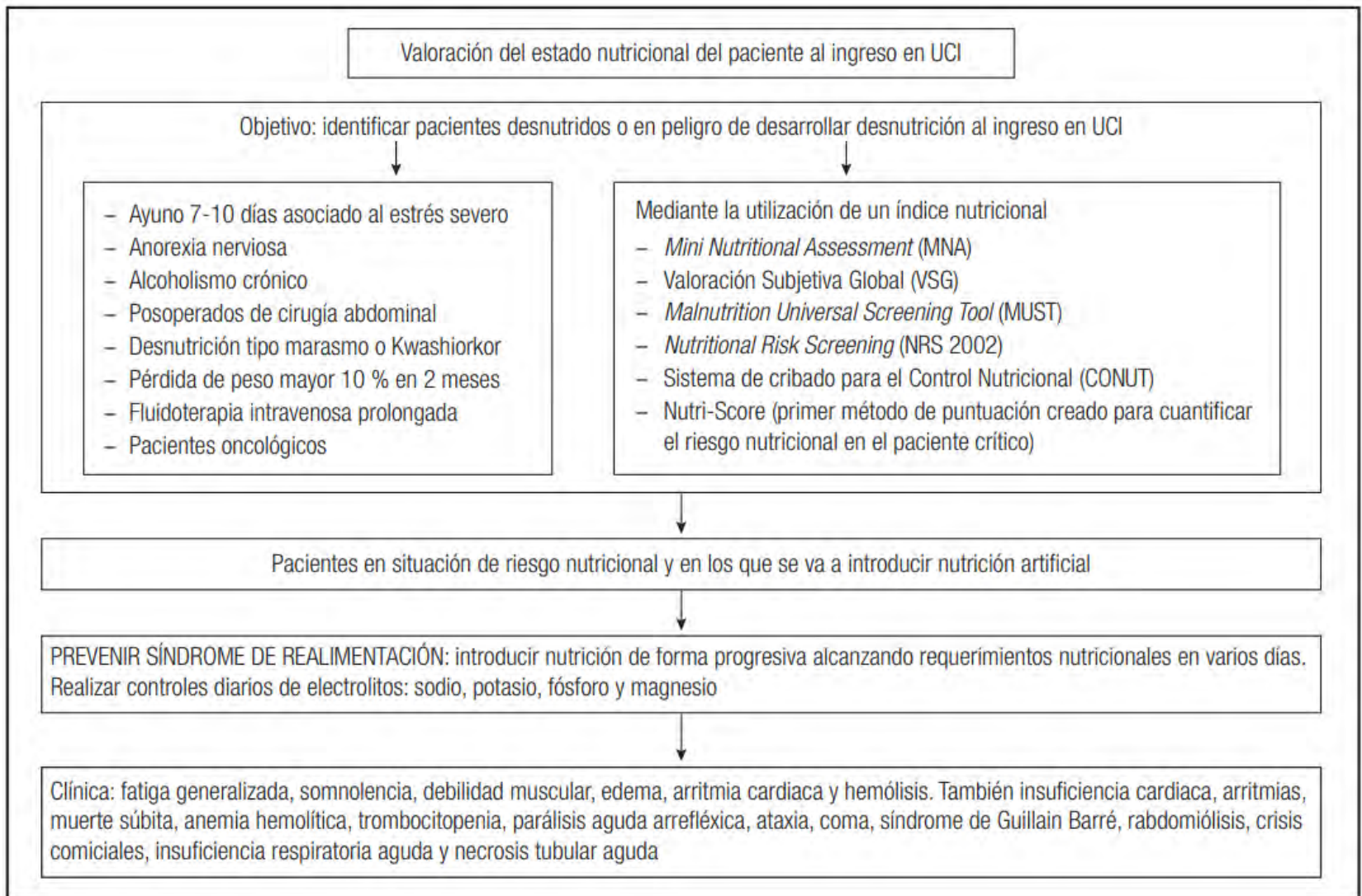
**"Todos los pacientes críticamente enfermos están en riesgo de desnutrición"**

- Diagnóstico de **exclusión** → **Infradiagnóstico y retraso diagnóstico.**
- **Riesgo nutricional:** riesgo de adquirir complicaciones y otras formas de resultados adversos que podrían haberse evitado con un apoyo nutricional oportuno y adecuado.
- No existe un método de evaluación estándar

**Dificultad en UCI debido a inmovilización y falta de colaboración.**

- **Cribado nutricional**

**Identificar a los pacientes con riesgo nutricional de forma sencilla en las primeras 24 a 72 horas para reducir la incidencia de la malnutrición y sus consecuencias nocivas.**



## CORTICOIDES



- Incierto y difícil de determinar → **Controversia.**
- No se ha logrado demostrar una asociación consistente.
- Promueven la descomposición de las proteínas del tejido muscular y conducen a una **mayor pérdida de proteínas**, lipodistrofia y mioestatisis.
- Los efectos nocivos pueden estar mediados por la **hiperglucemia.**

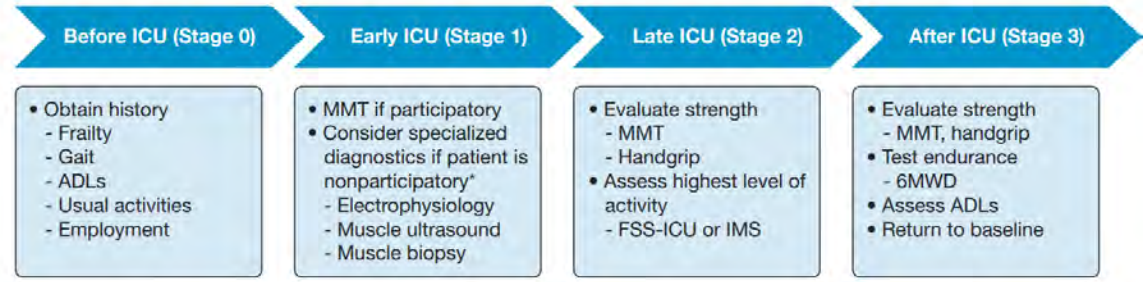
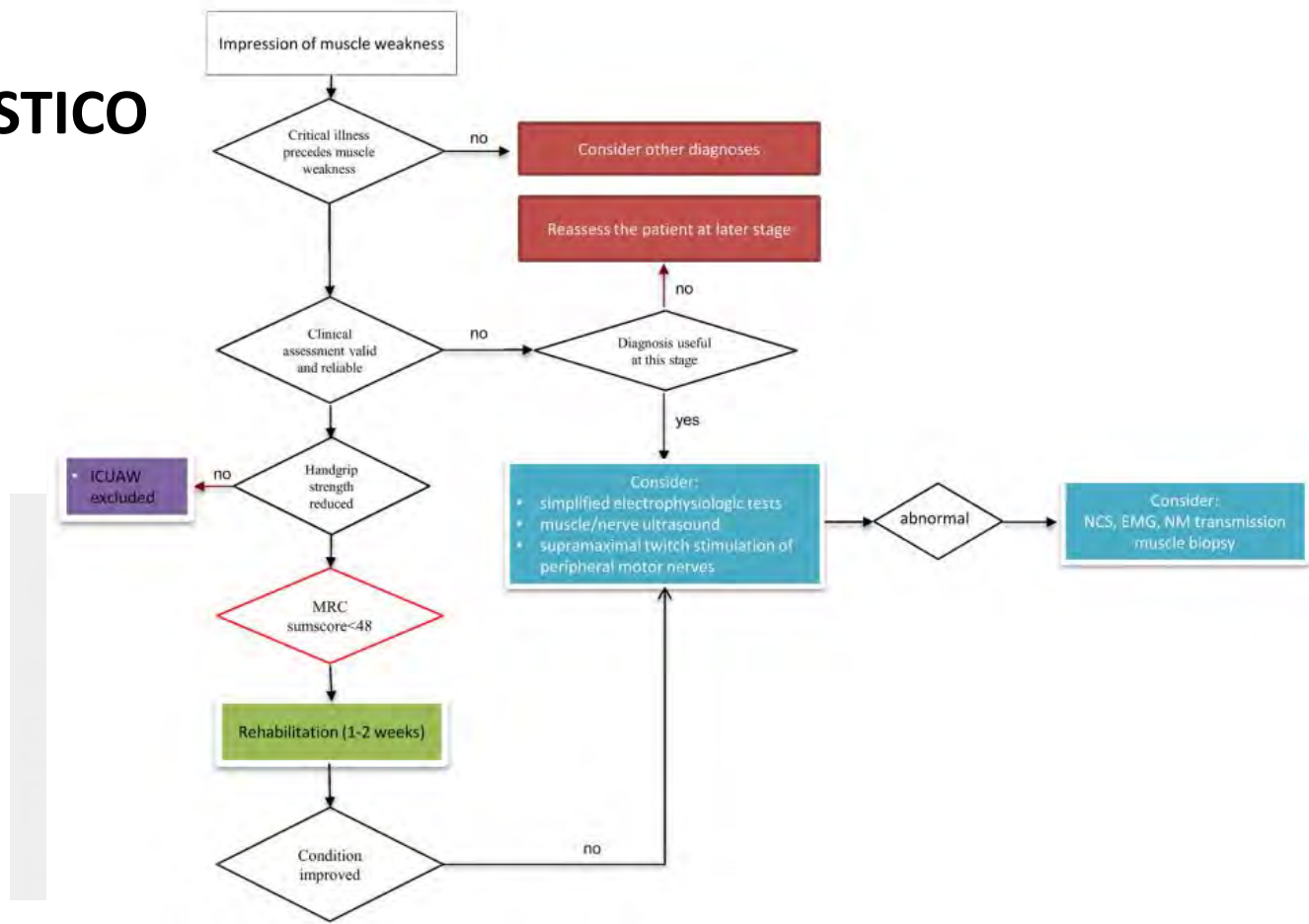
## BLOQUEANTES NEUROMUSCULARES

Neuromuscular Blocking Agents and Neuromuscular Dysfunction Acquired in Critical Illness: A Systematic Review and Meta-Analysis

Association between neuromuscular blocking agents and the development of intensive care unit-acquired weakness (ICU-AW): A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis

- Asociación aún no está clara.
- Heterogeneidad entre los hallazgos de los diferentes estudios.
- **Aminoesteroides** > bencilquinolínicos


# 3. DIAGNÓSTICO



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023



## SIGNOS CLÍNICOS

- Examen físico es **difícil**. Historia funcional detallada.
- **Polineuropatía** axonal sensorial motora distal simétrica.
- Los músculos faciales y oculares suelen quedar intactos  cuadriparesia o cuadriplejía flácida
- Es común la debilidad de los músculos **respiratorios**.
- Pérdida de la sensación de **dolor**, temperatura y vibración.
- Los reflejos tendinosos profundos suelen estar disminuidos o **ausentes**.
- Disfunción **autónoma**.

## MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

- **IMC y peso** corporal: proporcionan una evaluación del tamaño corporal sin ninguna distinción entre diferentes tejidos.
- Espesor de los **pliegues** cutáneos y circunferencia de las extremidades son poco fiables por la retención hídrica.
- Fuerza muscular mediante **dinamómetro** de mano (baja fuerza de agarre). Menos de 11 kg en hombres y menos de 7 kg en mujeres.
- **Impedancia bioeléctrica (BIA)**: Mide indirectamente masa **muscular**, grasa y agua de todo el cuerpo a partir de la impedancia utilizando una débil corriente eléctrica → Limitada por cambios de **líquidos** (edemas, ascitis, IC, IR).
- **Otras**: Espirometría, pletismografía, densitometría ósea, análisis de activación de neutrones (IVNAA)...

## MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

- **IMC y peso** corporal: proporcionan una evaluación del tamaño corporal sin ninguna distinción entre diferentes tejidos.
- Espesor de los **pliegues** cutáneos y circunferencia de las extremidades son poco fiables por la retención hídrica.

# ESCASA UTILIDAD EN EL PACIENTE CRÍTICO

eléctrica → Limitada por cambios de **líquidos** (edemas, ascitis, IC, IR).

- **Otras:** Espirometría, pletismografía, densitometría ósea, análisis de activación de neutrones (IVNAA)...

## PRUEBAS ELECTROFISIOLÓGICAS

- Permiten diferenciar afectación **miógena o neurogénica**.
- Estudios de conducción nerviosa (NCS), EMG con aguja, pruebas de la unión neuromuscular, estimulación eléctrica neuromuscular transcutánea, TOF, PENT.
- **Ventajas:** no requieren colaboración del paciente.
- **Inconvenientes:** engorrosas, no están fácilmente disponibles en muchas UCI, requieren mucho tiempo y son costosas, artefactos (anasarca e hipotermia)...


## ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X (DXA)

- Medir masa corporal **magra**, cantidad de tejido adiposo y densidad mineral ósea.
- No se considera una prueba de rutina en la práctica clínica (investigación).

- **Nutricionales:** **NRS-2002**, mNutri-Score, MUST, Global Leadership Initiative on Malnutrition (**GLIM**), Subjective Global Assessment (**SGA**), cuestionario SF-36.
- **Sarcopenia:** **SARC-F**, Mini Evaluación de Riesgo de Sarcopenia (MSRA).
- **Rendimiento físico:**  
Prueba de caminata de 6 minutos (6MWT), timed up and go, batería de rendimiento físico corto (SPPB), escala Perme.
- Puntuación de **Ishii**: edad, fuerza de agarre y circunferencia de la pantorrilla.
- **Escala MRC:**
  - Evalúa la fuerza en **12 grupos** musculares.
  - **Inferior a 48** → **ICU-AW**
  - Depende de la cooperación del paciente.

Medical Research Council (MRC) Scale:			
0 = no contraction			
1 = flicker or trace of contraction			
2 = active movement, with gravity eliminated			
3 = active movement against gravity			
4 = active movement against gravity and resistance			
5 = normal power			
<b>Upper Extremity Strength</b>			
<i>Right</i>		<i>Left</i>	
Shoulder abduction	/5	Shoulder abduction	/5
Elbow flexion	/5	Elbow flexion	/5
Wrist extension	/5	Wrist extension	/5
<b>Lower Extremity Strength</b>			
<i>Right</i>		<i>Left</i>	
Hip flexion	/5	Hip flexion	/5
Knee extension	/5	Knee extension	/5
Foot dorsiflexion	/5	Foot dorsiflexion	/5
Total Score =		/60	

Total score <48 or average score of 4 consistent with the diagnosis of ICU-Acquired Weakness. Used with the permission of the Medical Research Council without formal changes. Available at <https://www.mrc.ac.uk/research/facilities-and-resources-for-researchers/mrc-scales/mrc-muscle-scale/>

- EWGSOP2: herramienta **válida y fiable** para medir la masa muscular.
- Cortes transversales con sonda lineal de alta frecuencia (2 y 20 MHz).
- Área de la sección transversal (**CSA**) y espesor muscular (**MT**) 

**Fuerza de contracción voluntaria, función física, masa libre de grasa, duración de estancia en UCI, función física al alta hospitalaria, destete dificultoso y mayor duración de la VM, mayores tasas de reingreso hospitalario y mortalidad y respuesta al ejercicio.**

- **Arquitectura y calidad** muscular 

**Cambios en la densidad muscular, fibrosis muscular (hiperecoica), atrofia, aumento de adiposidad (hipoecoica), necrosis muscular, inflamación fascial y fascitis, fasciculaciones, edema subcutáneo, líquido intramuscular, depósitos de glucógeno...**

- Necesidad de desarrollar enfoques, protocolos y puntos de referencia anatómicos **estandarizados** así como puntos de corte normalizados.
  - El Grupo de Trabajo de Sarcopenia por Ultrasonido (**SARCUS**) publicó recientemente dos consensos para estandarizar las mediciones ecográficas en la evaluación de los músculos apendiculares.
- Grosor del músculo (**MT**), ángulo de pennación (**PA**), longitud del fascículo (**Lf**), intensidad del eco (**EI**) y área de sección transversal (**CSA**).
  - Rigidez muscular, contracción muscular, microcirculación muscular, eointensidad.



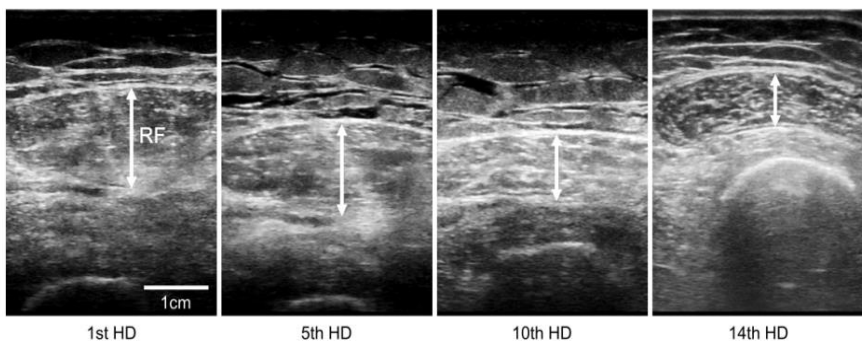
SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

- Más **estudiado** debido a su accesibilidad y tamaño.
- Músculo anatómicamente bipennado con un **tendón central** intramuscular único que se extiende hasta el tercio inferior del músculo → tendón central no sufre atrofia.
- **Reducción** media del 17% en el área transversal al décimo día de ingreso.
- Factor de riesgo independiente de reingreso no programado o **muerte**.
- **16 mm en mujeres y 20 mm en hombres** como puntos de corte en el diagnóstico de sarcopenia.

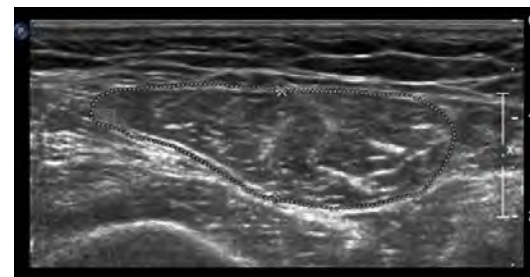
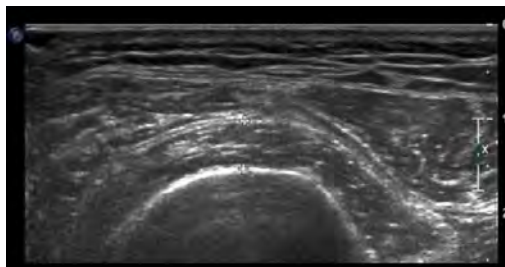
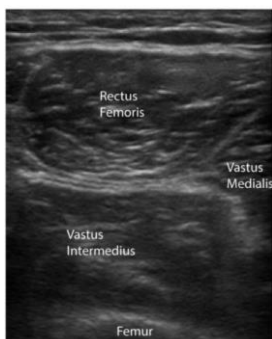
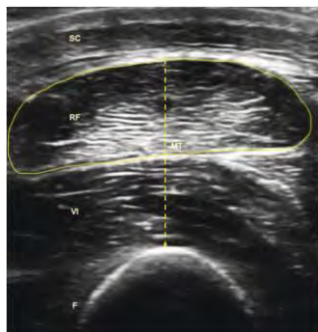




1/3 proximal de la distancia entre la rótula y la espina ilíaca anterosuperior o 10 cm por encima de la rótula , decúbito supino con la pierna pasiva y extendida, aplicando compresión mínima.



Día 20: pérdida aproximadamente el **45%** de la masa del músculo recto femoral (se ve afectado en una fase temprana del proceso).

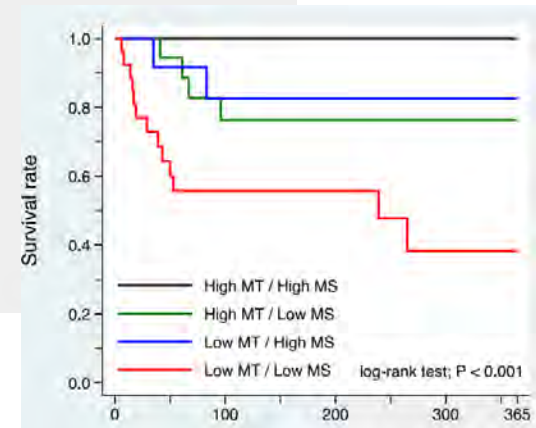
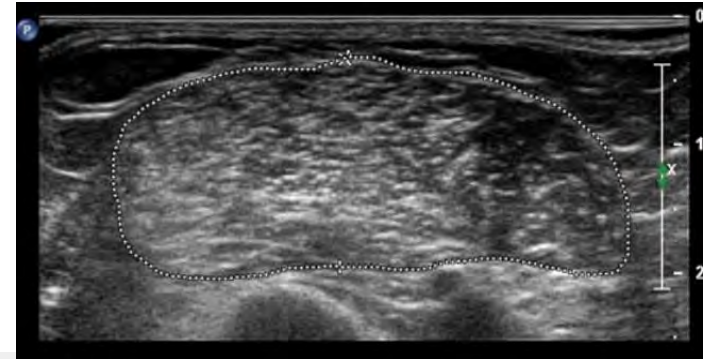


**Table 1.** The protocol of Muscle Thickness and Cross-Sectional area of rectus femoris measure using musculoskeletal ultrasound.

	<b>Description</b>
Muscle to assess	Rectus femoris of quadriceps
Patient position	Patient lying supine, hips and knees in a neutral position
Patient condition	The patient had to maintain the same position for at least 30 min before the assessment, measuring the muscle in a relaxed state and before any functional testing.
Ultrasound and probe characteristics	B-mode ultrasound, 12 MHz, with a 5 cm-linear transducer probe.
Probe position	The probe in neutral/perpendicular to the skin, with a generous amount of transmission gel, maintaining the minimal pressure possible between the transducer and the skin.
Anatomical landmarks	Proximal landmark: greater trochanter. Distal landmark: proximal border of the patella.
Measuring point	The middle point of distance between anatomical landmarks, marking this point with a demographic pencil.
Measurements procedures	With the transducer probe in the measuring point. The measure of Muscle Thickness: - The most extensive distance from superficial aponeurosis to deep aponeurosis (distance in mm). The measure of cross-sectional area: - The circumference of the muscle, manually drawing with the ultrasound cursor (quadrat area in cm <sup>2</sup> ).
Final value	The investigator repeated each measurement three times and used the mean value.

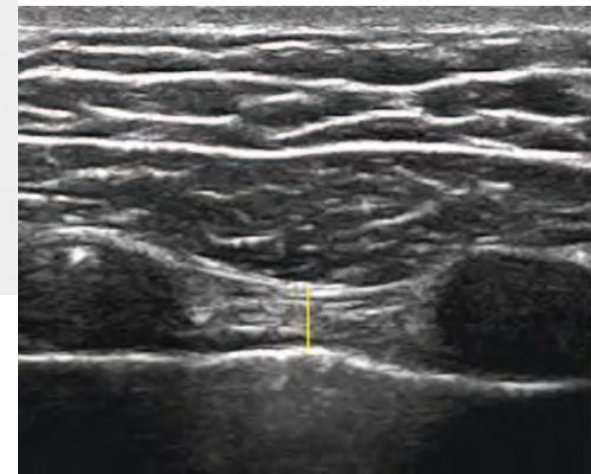
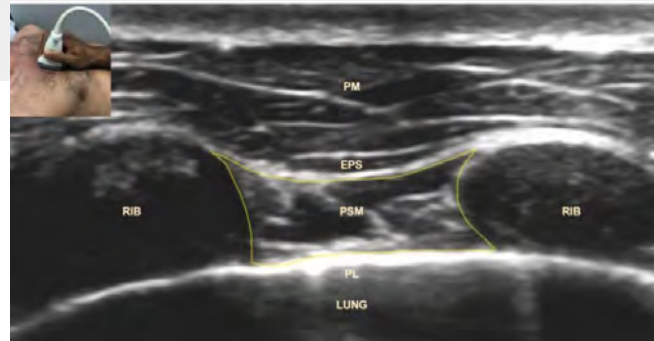
## BÍCEPS BRAQUIAL

- Punto medio entre el tubérculo supraglenoideo y la tuberosidad radial.
- Espesor muscular se correlaciona con el área muscular de la TC.
- El área de la sección transversal del bíceps braquial se asocia con **mortalidad**
- **Otros:** triceps braquial, coracobraquial, músculos de la mano.



## MUSCULOS PARAESTERNALES

- Cabeza a 30 grados, 2-3 centímetros lateral al borde esternal. →
- Grosor transversal y fracción de acortamiento.
- Se desconoce su papel en el proceso de **destete**.



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023



## DIAFRAGMA: "DISFUNCIÓN DIAFRAGMÁTICA INDUCIDA POR EL VENTILADOR, VIDD"

Prevalence and prognostic value of preexisting sarcopenia in patients with mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis

Managing respiratory muscle weakness during weaning from invasive ventilation

- 60% de ventilados mecánicamente (**miotrauma**).
- Dos veces más **frecuente** que la debilidad de los músculos de las extremidades.
- Sobreasistencia ventilatoria → neuropatía del nervio frénico → atrofia y disfunción de las proteínas contráctiles → insuficiencia ventilatoria → ventilación mecánica prolongada (dificultad en el destete) estancia prolongada en UCI → neumonía asociada al ventilador → mayor **mortalidad**.
- **Es prevenible y reversible** (ventilación protectora, ventilación no invasiva).
- Estimulación eléctrica percutánea del nervio frénico, soporte extracorpóreo, rehabilitación activa, fisioterapia respiratoria, nutrición y antioxidantes.
- ¿¿¿ **Inotrópicos positivos** (levosimendán, teofilina), anabolizantes ???

### Preventive strategy

#### Prevention of atrophy: lung and diaphragm protective ventilation

Limit duration and degree of respiratory muscle inactivity: maintaining inspiratory efforts with spontaneous breathing

Optimising diaphragm effort and synchrony:

Injurious efforts: insufficient assists, high effort, high drive

Eccentric injury: expiratory dysynchrony

Longitudinal atrophy: excessive positive expiratory pressure

Disuse atrophy: excessive assist, low effort, low drive

Utilisation of proportional modes

Prevent myotoxic drugs

Phrenic nerve pacing (experimental and clinical data; not in routine)



### Therapeutic strategy

#### Early whole-body mobilisation

#### Respiratory muscle endurance training

#### Respiratory muscle strength training

#### Inspiratory muscle training

Progressive threshold loading (clinical data): specific population of long-term ventilation

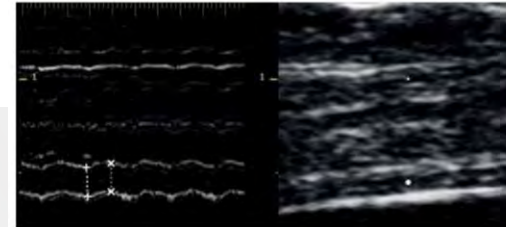
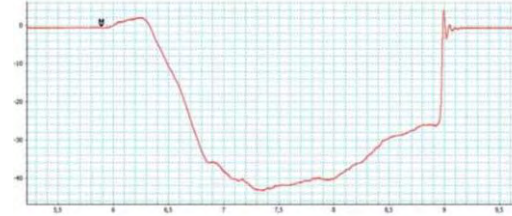
**Restoring progressive diaphragm function** (experimental and clinical data; not in routine)

Electrical muscle stimulation: with phrenic nerve pacing

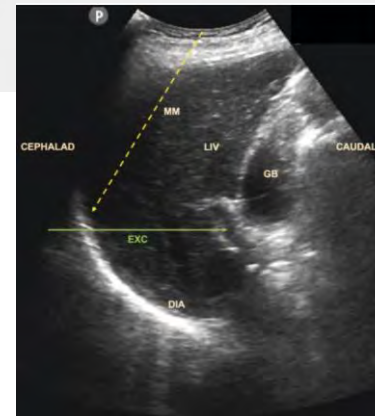


## Strategies to optimize respiratory muscle function in ICU patients

- **Diagnóstico:** pruebas de función pulmonar, radiografía de tórax, gasometría arterial, estimulación bilateral magnética del nervio frénico.
- Mediciones de la presión inspiratoria máxima (**MIP**) y la presión espiratoria máxima (**MEP**), presión transdiafragmática, electromiografía.
- Medición ultrasonográfica de la **fracción de engrosamiento** del diafragma  $< 20\%$
- **Excursión del diafragma** (distancia recorrida por el diafragma durante la respiración **espontánea**): inferior a 11 mm

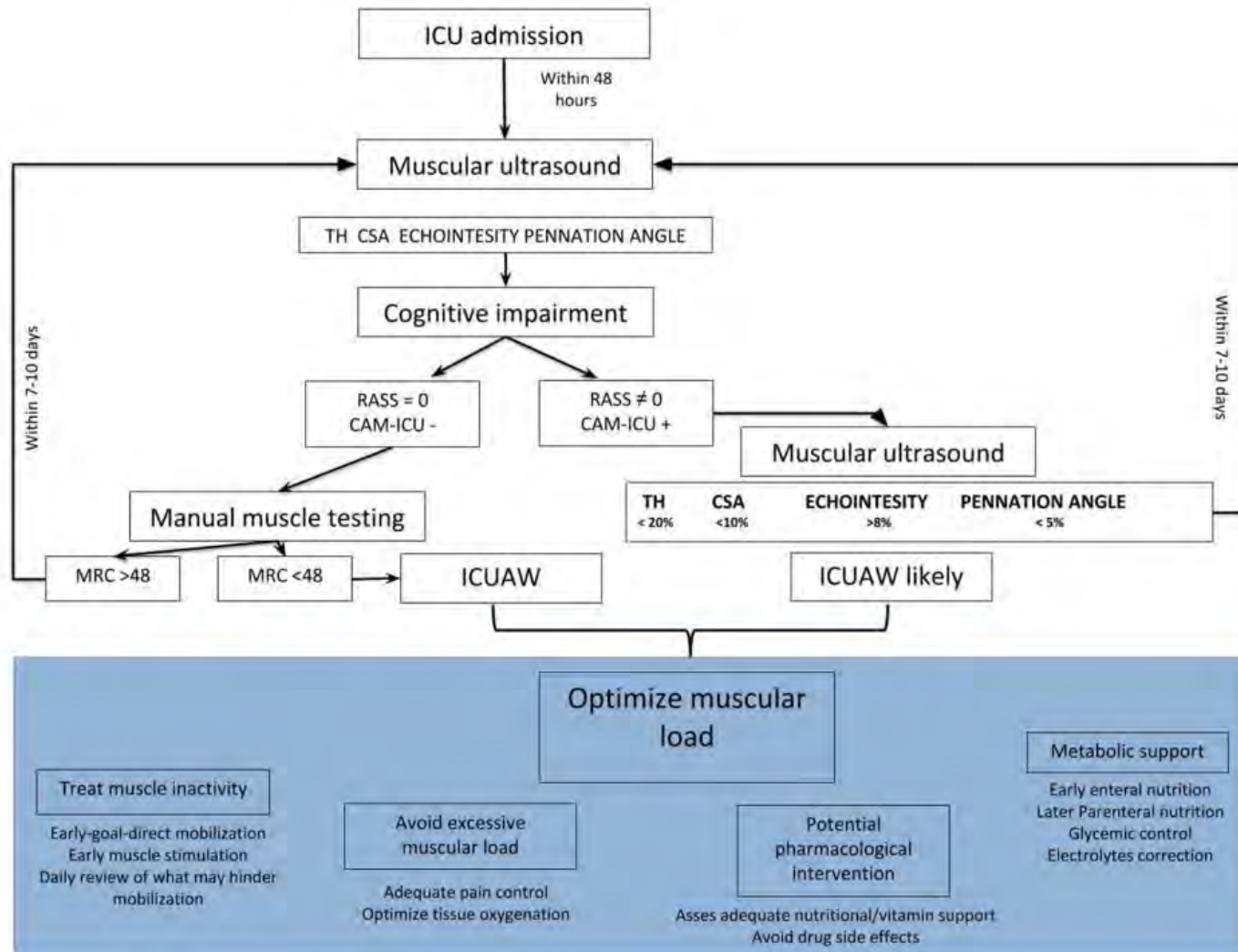


$$\text{Thickening fraction (\%)} = \frac{\text{TEI-TEE}}{\text{TEE}}$$



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

# Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 28 de Noviembre de 2023



Predictive value of sarcopenic findings in the psoas muscle on CT imaging among patients with sepsis

Computed tomography–defined low skeletal muscle mass as a prognostic marker for short-term mortality in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis

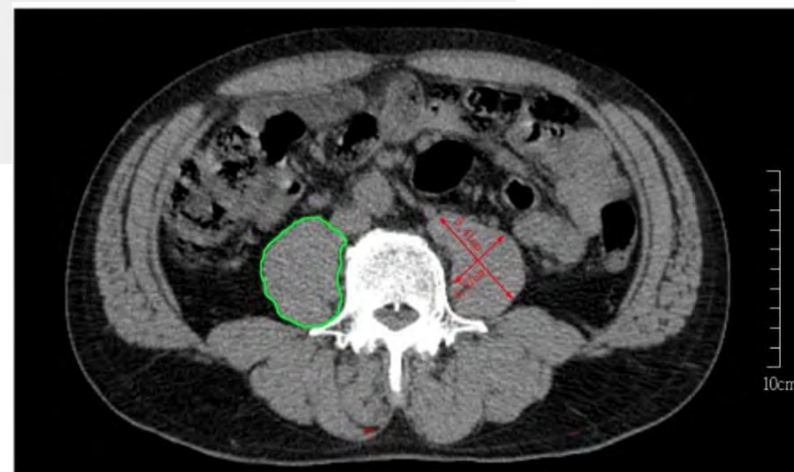
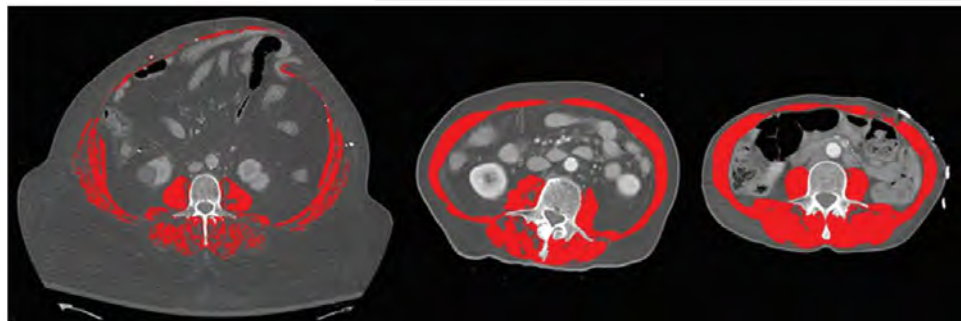
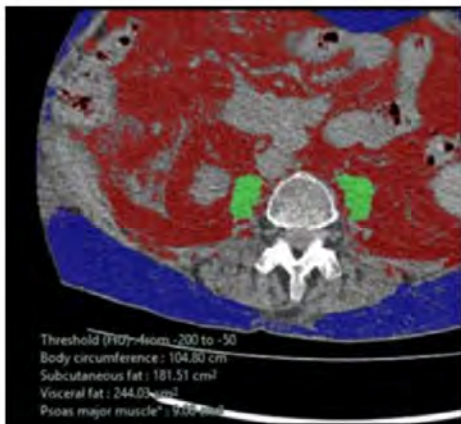
## TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA (TAC)

Comparison of Ultrasound-Derived Muscle Thickness With Computed Tomography Muscle Cross-Sectional Area on Admission to the Intensive Care Unit: A Pilot Cross-Sectional Study

Assessment of skeletal muscle mass in critically ill patients: considerations for the utility of computed tomography imaging and ultrasonography

- La masa muscular del **psoas** en el nivel **L3** permite estimar la masa muscular esquelética total y se relaciona con la mortalidad.
- Área muscular transversal total (**CSA**) de menos de 170 cm<sup>2</sup> en hombres y menos de 110 cm<sup>2</sup> en mujeres es un criterio bien aceptado para definir sarcopenia en pacientes de UCI.
- Relación grasa subcutánea/músculo, relación tejido adiposo visceral/subcutáneo, mioestatisis, densidad ósea...
- **Disponibilidad:** la mayoría de pacientes en UCI cuentan con una TAC.
- Principal **inconveniente:** planificación
- **Otros:** músculos paraespinales y músculos de la pared abdominal, masetero (TC craneal)...



Figura 2. Medición del área del psoas mediante tomografía computarizada. El *software* incorporado en la máquina de TAC permite la medición de la circunferencia de la cintura a nivel de L4-L5, la grasa subcutánea (en azul) y la grasa visceral (en rojo). El músculo psoas mayor se muestra coloreado en verde.



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua**  
**Valencia 28 de Noviembre de 2023**

## EL FUTURO

Artificial intelligence for body composition and sarcopenia evaluation on computed tomography: A systematic review and *meta-analysis*

- La **Inteligencia Artificial (IA)** tiene el potencial de automatizar las mediciones.
- Modelos de IA capaces de evaluar la composición corporal podrían integrarse en la práctica clínica diaria **simplificando** el diagnóstico de sarcopenia y proporcionando datos adicionales.
- Únicamente proporcionan un resultado **binario** (sarcopenia/no sarcopenia)  perfeccionar el modelo.
- Se requieren directrices más rigurosas y más estudios  tratamiento **más personalizado**.

## FACTORES MOLECULARES

- Creatinina, creatina quinasa: biomarcadores **imperfectos**.
- Cistatina C (no se ve influenciada por la masa muscular). Permite calcular el **índice de sarcopenia**.
- **Perfil nutricional**: albúmina sérica, transtirretina (prealbúmina), iones.
- **GDF-15**, IL-6, IL-8 y TNF-alfa, PCT, PCR.
- Excreción urinaria de 3-metil-histidina y titina.
- **Sepsis**: PLK1, p-AKT.

## RELACIÓN UREA/CREATININA EN ORINA (RUC)

- Marcador que se identifica con el **catabolismo** aumentado y riesgo de mortalidad.
- Se emplea para monitorear la **pérdida de masa muscular**.
- Especialmente útil durante los **primeros 10 días** de ingreso en UCI.

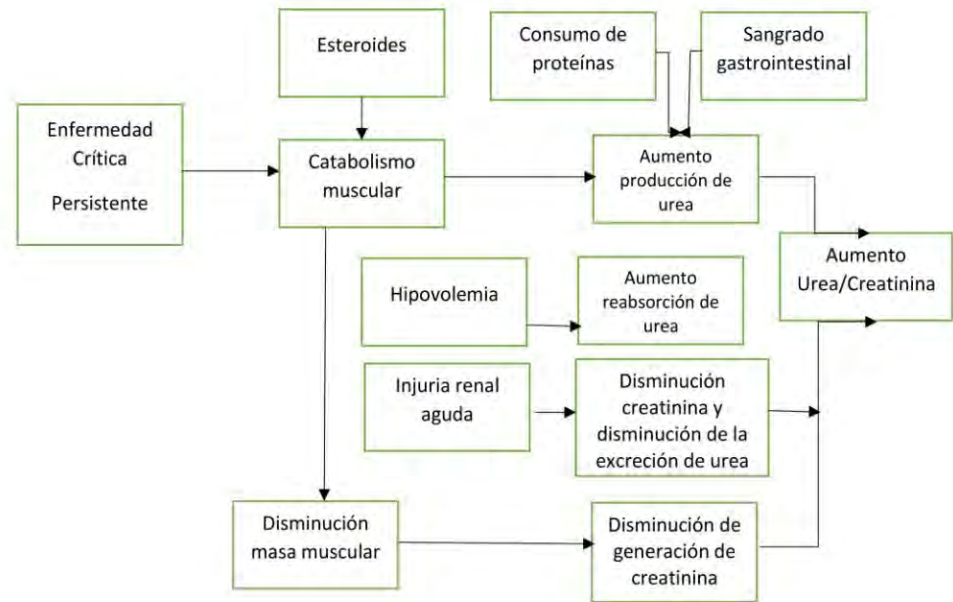


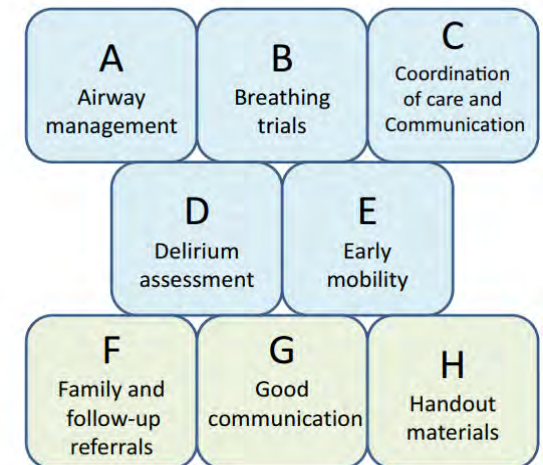
Figura 1. Relación entre la enfermedad crítica persistente, estado catabólico y la RUC.

## PREVENCIÓN

Muscle atrophy in critically ill patients : a review of its cause, evaluation, and prevention

Nobuto Nakanishi<sup>1</sup>, Takuya Takashima<sup>1</sup>, and Jun Ota<sup>2</sup>

- **Identificación** temprana de los factores de riesgo.
- "Ventilación protectora de los músculos".
- Terapia **nutricional** optimizada → evitar la nutrición parenteral temprana
- **Evitar** los corticosteroides y/o agentes bloqueadores neuromusculares.
- Control estricto de la **glucemia**.
- Tratamiento óptimo del dolor, sedación mínima.
- **Rehabilitación** temprana y movilización precoz
- Estimulación eléctrica neuromuscular y cicloergómetro.
- Factores **ambientales**, cuidados de enfermería, apoyo familiar.



## TRATAMIENTO

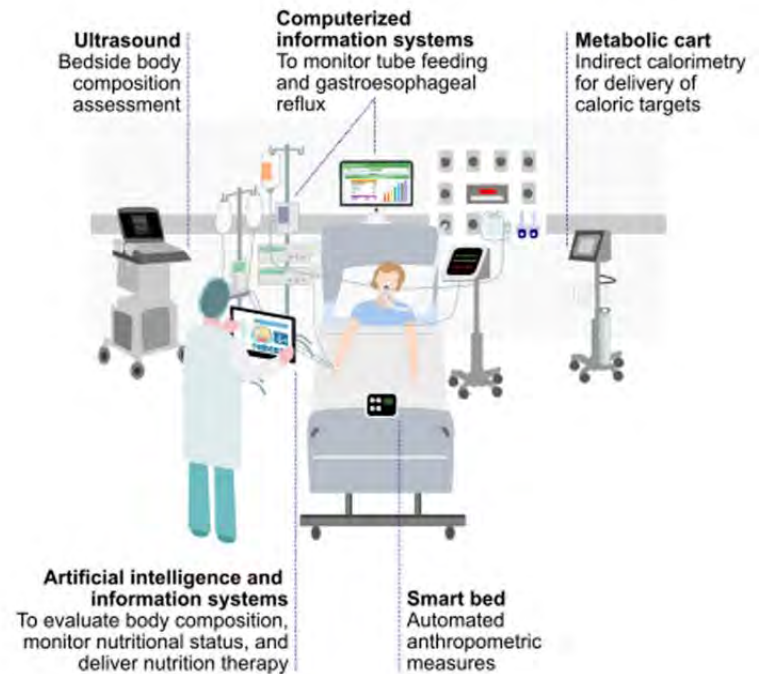
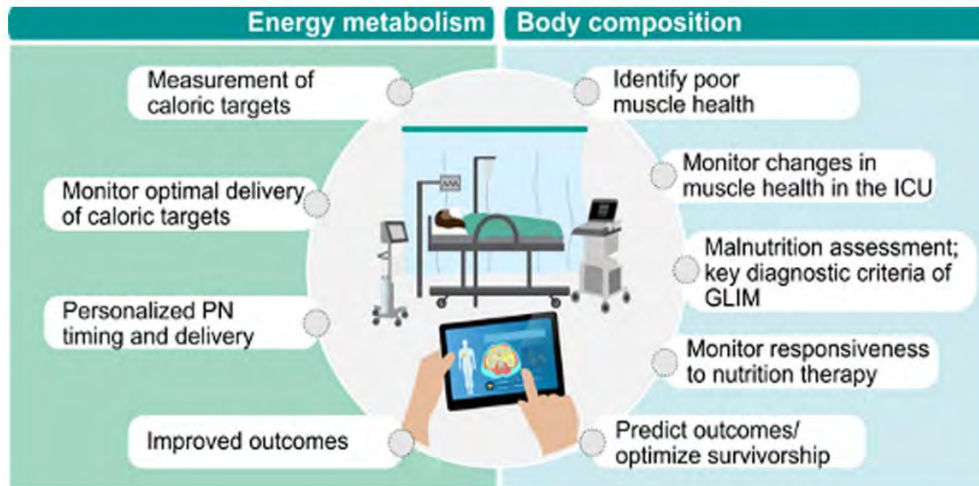
- Afección parcialmente **reversible** cuando se diagnostica tempranamente y se trata de forma correcta y **multimodal**.
- No existe un protocolo de tratamiento sistemático.
- Tener en cuenta condición **premórbida** para elegir el mejor abordaje terapéutico.
- Necesidad de **seguimiento**.

# Personalized nutrition therapy in critical care: 10 expert recommendations

## TERAPIA NUTRICIONAL

Recomendaciones para el tratamiento nutrometabólico especializado del paciente crítico: introducción, metodología y listado de recomendaciones. Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC)

- Nuestra comprensión de la nutrición en la UCI es “**escasa e insatisfactoria**”.
- Tratamiento nutricional **individualizado** → minimizar la sobrealimentación o la subalimentación.





High-protein intake and early exercise in adult intensive care patients: a prospective, randomized controlled trial to evaluate the impact on functional outcomes

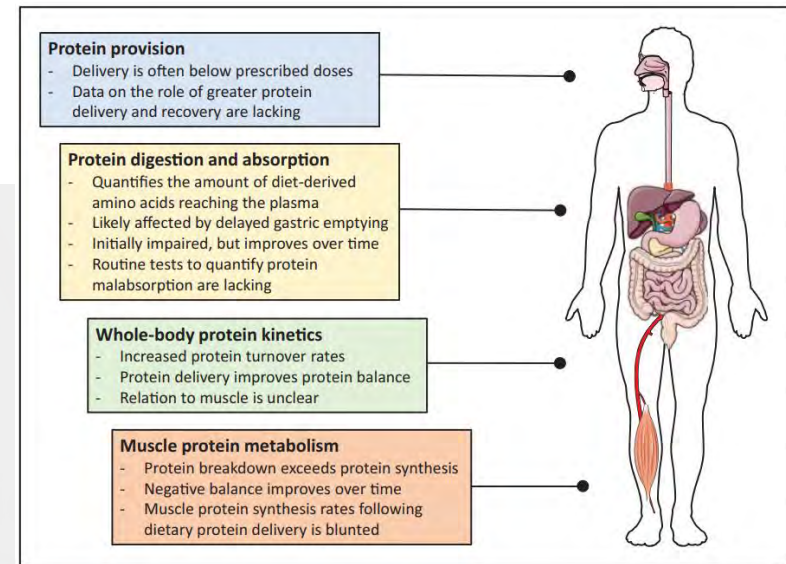
**Optimized calorie and high protein intake versus recommended caloric-protein intake in critically ill patients: a prospective, randomized, controlled phase II clinical trial**

## DOSIS DE PROTEÍNAS

The effect of higher protein dosing in critically ill patients with high nutritional risk (EFFORT Protein): an international, multicentre, pragmatic, registry-based randomised trial

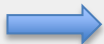
- Dosis óptima de proteína durante una enfermedad crítica **se desconoce**.
- Necesidades **individuales**.
- Proteínas en dosis **altas** a los pacientes en la UCI → mejores resultados.
- Cuidado con **balance positivo de Nitrógeno** → **Complicaciones**.
- ASPEN, Sociedad de Medicina de Cuidados Críticos: **1,2 a 2 g/kg/día**.
- Ensayo EFFORT-Protein no demostró ningún beneficio de las dosis altas (>2,2 g/kg/d).
- **Situaciones especiales** (obesidad, técnicas de reemplazo renal, ancianos, quemados, multitraumatizados): **> 2,0 g/kg peso habitual/día**.

- La entrega de proteínas suele estar por **debajo** de la dosis pautada inicialmente.
- Digestión de las proteínas, absorción de aminoácidos y anabolismo de las proteínas musculares están **alteradas** en enfermedades críticas.
- **Retraso en el vaciado gástrico** puede comprometer la liberación sistémica de aminoácidos de la dieta.
- La síntesis de proteínas del músculo esquelético se puede evaluar mediante el **equilibrio arteriovenoso de aminoácidos** o biopsias musculares.
- Mejorar la **digestibilidad** de las proteínas administrando aminoácidos libres u oligopéptidos.



## NECESIDADES CALÓRICAS

Impact of early low-calorie low-protein versus standard-calorie standard-protein feeding on outcomes of ventilated adults with shock: design and conduct of a randomised, controlled, multicentre, open-label, parallel-group trial (NUTRIREA-3)

- Recomendaciones "clásicas": 25 a 35 kcal/kg/día.
- **Hiponutrición permisiva** (<70kcal TMB/día) en la primera semana (fase de reflujo)  **mejor control glucémico y tolerancia gastrointestinal.**


Sobrenutrición	Infranutrición
Aumento de las infecciones	Aumento de las infecciones
Hiperglucemia	Difícil cicatrización
Colestasis y fracaso hepático	Pérdida de masa y función muscular
Retraso en el destete ventilatorio	Retraso en el destete ventilatorio
Hipertrigliceridemia	Inmunosupresión
Hipercapnia	Úlceras por presión

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

## VÍA ENTERAL

Enteral versus parenteral nutrition and enteral versus a combination of enteral and parenteral nutrition for adults in the intensive care unit (Review)

## VÍA PARENTERAL

- Opción **preferida**: Disminución de complicaciones infecciosas, la mortalidad y la duración de la estancia en UCI.
  - Brecha entre la prescripción y administración de NE (**malabsorción** intestinal).
  - Bolo **intermitente vs continúa** vs periodos de ayuno.
  - **Suplementos** nutricionales orales en todos los pacientes que toleren la vía oral.
  - Importancia de los **micronutrientes** es especialmente en CRRT.
- "La NP es perjudicial" → infección 
  - **Optimizar** la NE **si** no alcanzan el 60 % del gasto calórico estimado al final de la primera semana.
  - Mayor riesgo de síndrome de sobrealimentación.
  - Tratamiento con **insulina**.
  - **Albúmina**: No tiene aporte nutricional.

• Inmunonutrición???

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

## ISOPLASMAL



- Aporte de **proteínas** y administración básica de carbohidratos, electrolitos y líquido en períodos de ayuno limitado.
- Alimentación parenteral suplementaria.

Isoleucina	Glucosa monohidrato
Leucina	Cloruro de sodio
Clorhidrato de lisina	Cloruro de magnesio hexahidrato
Metionina	Fosfato monosódico dihidrato
Fenilalanina	Acetato de zinc dihidrato
Treonina	
Triptófano	
Valina	
Arginina	
Histidina	
Alanina	
Glicina	
Asparragina monohidrato	
Ácido aspártico	
Ácido glutámico	
Clorhidrato de ornitina	
Prolina	
Serina	
Tirosina	
Acetilcisteína	
Acetato de potasio	
Acetato de sodio trihidrato	
Hidróxido de sodio	

<i>Electrolitos</i>	<i>mmol/l</i>
Sodio	28,5
Potasio	20
Magnesio	1,5
Cinc	0,08
Cloruros	28,8
Acetatos	29,6
Fosfato	5

Aminoácidos Totales	30,9 g/l
Nitrógeno total	4,7 g/l
Equivalencia a proteína	29,21 g/l
Osmolaridad teórica	648,5 mOsm/l
pH	5.0 –6,5
AAE/AAT	0,36
Valor Energético	△ 319 kcal/l

## NUTRICIÓN PRECOZ

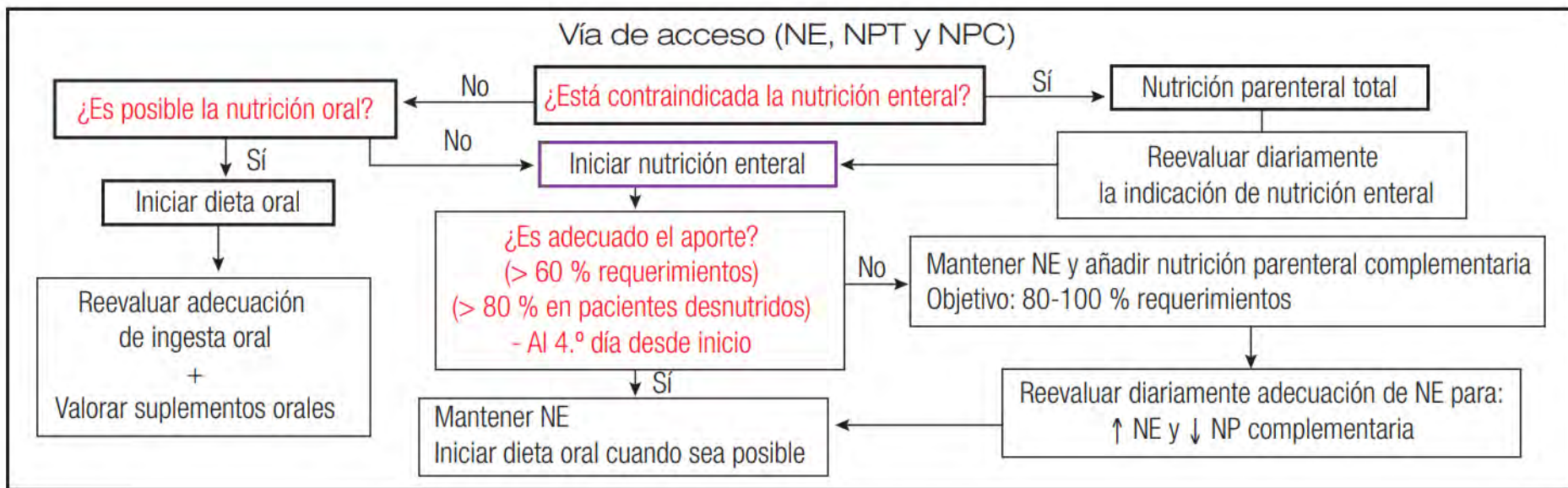
Early enteral nutrition (within 48 hours) versus delayed enteral nutrition (after 48 hours) with or without supplemental parenteral nutrition in critically ill adults (Review)

Trial of the Route of Early Nutritional Support  
in Critically Ill Adults

Early enteral nutrition in critically ill  
patients: ESICM clinical practice guidelines

- Alimentación enteral **temprana** (primeras 24 a 48h) disminuye la mortalidad, las complicaciones infecciosas y duración de la estancia hospitalaria.
- Se debe evitar la alimentación temprana con dosis altas hasta que el paciente se **estabilice** inicialmente.
- **Objetivo:** 80% del gasto energético estimado al final de la primera semana.

# ALGORITMO DE MANEJO DE LA NUTRICIÓN EN PACIENTES CRÍTICOS



**Figura 3.**

Propuesta de algoritmo de manejo de la nutrición en pacientes críticos (NE: nutrición enteral; NP: nutrición parenteral; NPT: nutrición parenteral total; NPC: nutrición parenteral complementaria).

## $\beta$ -HIDROXI- $\beta$ -METILBUTIRATO (HMB)

$\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate and its impact on skeletal muscle mass and physical function in clinical practice: a systematic review and meta-analysis

A randomized controlled trial to determine whether beta-hydroxy-beta-methylbutyrate and/or eicosapentaenoic acid improves diaphragm and quadriceps strength in critically ill mechanically ventilated patients

Impact of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) on muscle loss and protein metabolism in critically ill patients: A RCT

- Metabolito de la leucina que ayuda a aumentar la tensión y la masa muscular  
→ **estimula la síntesis proteica e inhibe la degradación.**
- Podría potenciar el efecto de proteínas dietéticas y ejercicio muscular → **mejor salud global.**
- Evidencia actual no permite la formulación de recomendaciones clínicas definitivas.



- Interviene en la **regulación** del recambio proteico en el músculo esquelético.
- Situaciones clínicas graves cursan con una **depleción** marcada (politrauma y quemados).
- Reduce las complicaciones **infecciosas** (efecto inmunomodulador), los días de ingreso y de VM y disminuye la mortalidad al alta de UCI.
- Siempre en combinación con una **nutrición** adecuada.
- Se necesitan **más datos** sobre la suplementación enteral con GLN.
- Puede asociarse a **disfunción** renal y hepática por lo que no se recomienda su uso en paciente con shock e insuficiencia multiorgánica.

## TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

### "Plan de rehabilitación integral, individualizada y personalizada"

- Menos del **10%** de los pacientes que reciben ventilación mecánica tienen movilidad mientras están en la UCI.
- Programa de movilización individual y equipo **multidisciplinar**.
- Muchas **barreras** que obstaculizan una implementación amplia. Fisioterapeutas escasos.
- Sinergiza con el apoyo nutricional.
- Mejora la **fuerza** y la capacidad funcional , atenua la **atrofia** por desuso, aumenta los días sin ventilador, reduce la duración de la **estancia** en UCI.
- Previene TVP y UPP.

## REHABILITACION PRECOZ

Early Rehabilitation Reduces the Likelihood of Developing Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Systematic Review and Meta-Analysis

Effect of early mobilization combined with early nutrition on acquired weakness in critically ill patients (EMAS): A dual-center, randomized controlled trial

Early intervention (mobilization or active exercise) for critically ill adults in the intensive care unit (Review)

Effect of Early Rehabilitation during Intensive Care Unit Stay on Functional Status: Systematic Review and Meta-Analysis

Systematic early versus late mobilization or standard early mobilization in mechanically ventilated adult ICU patients: systematic review and meta-analysis



Early rehabilitation for the prevention of postintensive care syndrome in critically ill patients: a study protocol for a systematic review and meta-analysis

**Previene la destrucción muscular, mejora fuerza y la función física, mejora el control glucémico, reduce la duración de la estancia en UCI y se asocia con menor mortalidad.**

## CICLOERGOMETRÍA

Effect of in-bed cycling on sarcopenia in critically ill adults: A randomised clinical trial

- A partir del quinto día de ingreso en la UCI.
- Pacientes **despiertos** o sedados.
- Mejora la **fuerza** del cuádriceps, el estado **funcional** y la **calidad** de vida, minimiza los efectos nocivos del reposo prolongado en cama.
- No ha demostrado frenar la **pérdida** de masa muscular.



# ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NEUROMUSCULAR

Effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients:  
A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials

EFFICACY OF BELT ELECTRODE SKELETAL MUSCLE ELECTRICAL STIMULATION  
ON REDUCING THE RATE OF MUSCLE VOLUME LOSS IN CRITICALLY ILL  
PATIENTS: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

## Therapeutic Potential of Electromyostimulation (EMS) in Critically Ill Patients—A Systematic Review



## Electrical Muscle Stimulation in the Intensive Care Setting: A Systematic Review\*

Prevention of muscle atrophy in ICU  
patients without nerve injury by neuromuscular  
electrical stimulation: a randomized controlled  
study

- Contracción pasiva de grupos musculares en pacientes insconscientes o **sedados** mediante la administración de impulsos eléctricos de bajo voltaje.
- Idealmente en etapas **iniciales** cuando no se puede realizar fisioterapia y movilización convencionales.
- Mejora la condición física y la **fuerza** muscular.
- Requiere **pocos recursos** y es seguro.
- Intensidades elevadas pueden producir fatiga muscular y **lesión**.
- Se necesitan más estudios.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 28 de Noviembre de 2023

## TERAPIAS FARMACOLÓGICAS CON EVIDENCIA SÓLIDA

**Actualmente no existe ningún tratamiento farmacológico para prevenir o mejorar la debilidad después de una enfermedad crítica.**

Sufficient levels of 25-hydroxyvitamin D and protein intake required to increase muscle mass in sarcopenic older adults – The PROVIDE study

- Deben tratarse las deficiencias de vitamina D en los pacientes de UCI.
- Deficit de vitamina D es predictiva de **mortalidad** y mayor **estancia** en UCI en pacientes críticos.
- Puede **mejorar los resultados** clínicos del tratamiento nutricional de la sarcopenia, así como la prevención de la misma.
- **Ácidos grasos omega3 (PUFA)**: reducción de mortalidad, infecciones y días de VM en SDRA y mejor función muscular.
- **Insulina**: disminuye la proteólisis por su efecto anabólico. Control estricto de la glucemia se ha relacionado con un descenso en la incidencia de ICU-AW.

## TERAPIAS FARMACOLÓGICAS CON EVIDENCIA LIMITADA

- Esteroides **anabolizantes**: Testosterona, oxandrolona, acetato de megestrol.
- Taurina.
- Hormona del crecimiento (GH), grelina.
- **Vitaminas** A, E, vitamina C, B1, B6, B12
- **Minerales**: zinc, selenio (sepsis), cobre, magnesio, hierro.
- Corticoides, inmunoglobulinas, inmunomoduladores.
- Pioglitazona, análogos GLP-1, metformina, fibratos.
- **Probióticos**.



## TERAPIAS NO FARMACOLÓGICAS



- **Terapias ocupacionales**, del habla o cognitivas.
- Evaluación de la deglución.
- Dispositivos de movilidad adaptativa, **ayudas** para la movilidad y AVD.
- Rehabilitación vocacional.
- **Psicología.**
- Acupuntura.



# EL FUTURO

## Programa Galego para a Optimización da Terapia Nutricional Especializada no Paciente Crítico DESNUTRICIÓN ZERO

# Conclusiones

- 1. La sarcopenia es muy frecuente en los pacientes críticos y se asocia con resultados adversos.**
- 2. Todavía tenemos muy poca comprensión de los trastornos reales del metabolismo muscular en los pacientes de la UCI.**
- 3. El sd. De debilidad muscular adquirida en la UCI es una entidad multifactorial y a menudo infradiagnosticada.**
- 4. En los últimos tiempos han surgido nuevos métodos diagnósticos que podrían ser de gran utilidad.**
- 5. Es fundamental el papel de la prevención.**

# Conclusiones

- 6. El tratamiento se asienta fundamentalmente en la nutrición y la terapia física.**
- 7. Han surgido nuevas estrategias terapéuticas que aún no cuentan con evidencia sólida.**
- 8. Son necesarios protocolos estandarizados y programas de colaboración multidisciplinarios.**
- 9. Es fundamental la implicación del personal de enfermería.**
- 10. Debemos explorar nuevas vías de mejora continua adaptadas a nuestro entorno.**

# Bibliografía

- Akan B. Influence of sarcopenia focused on critically ill patients. *Acute Crit Care*. 2021 Feb;36(1):15-21. doi: 10.4266/acc.2020.00745. Epub 2021 Feb 2. PMID: 33524252; PMCID: PMC7940098.
- Kizilarslanoglu MC, Kuyumcu ME, Yesil Y, Halil M. Sarcopenia in critically ill patients. *J Anesth*. 2016 Oct;30(5):884-90. doi: 10.1007/s00540-016-2211-4. Epub 2016 Jul 4. PMID: 27376823.
- Tieland M, van Dronkelaar C, Boirie Y. Sarcopenic obesity in the ICU. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2019 Mar;22(2):162-166. doi: 10.1097/MCO.0000000000000547. PMID: 30585801.
- Puthuchery ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, Hopkinson NS, Phadke R, Dew T, Sidhu PS, Velloso C, Seymour J, Aglely CC, Selby A, Limb M, Edwards LM, Smith K, Rowleron A, Rennie MJ, Moxham J, Harridge SD, Hart N, Montgomery HE. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*. 2013 Oct 16;310(15):1591-600. doi: 10.1001/jama.2013.278481. Erratum in: *JAMA*. 2014 Feb 12;311(6):625. Padhke, Rahul [corrected to Phadke, Rahul]. PMID: 24108501.
- Barreiro E. Models of disuse muscle atrophy: therapeutic implications in critically ill patients. *Ann Transl Med* 2018;6(2):29. doi: 10.21037/atm.2017.12.1
- Piva S, Fagoni N and Latronico N. Intensive care unit–acquired weakness: unanswered questions and targets for future research [version 1; peer review: 3 approved] *F1000Research* 2019, 8(F1000 Faculty Rev):508 ( <https://doi.org/10.12688/f1000research.17376.1>)

- *Hermans G, Van den Berghe G. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. Crit Care. 2015 Aug 5;19(1):274. doi: 10.1186/s13054-015-0993-7. PMID: 26242743; PMCID: PMC4526175.*
- Zhang XM, Chen D, Xie XH, Zhang JE, Zeng Y, Cheng AS. Sarcopenia as a predictor of mortality among the critically ill in an intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr.* 2021 Jun 2;21(1):339. doi: 10.1186/s12877-021-02276-w. PMID: 34078275; PMCID: PMC8173733.
- Kou HW, Yeh CH, Tsai HI, Hsu CC, Hsieh YC, Chen WT, Cheng HT, Yu MC, Lee CW. Sarcopenia is an effective predictor of difficult-to-wean and mortality among critically ill surgical patients. *PLoS One.* 2019 Aug 8;14(8):e0220699. doi: 10.1371/journal.pone.0220699. PMID: 31393937; PMCID: PMC6687130.
- Piva S, Fagoni N and Latronico N. Intensive care unit–acquired weakness: unanswered questions and targets for future research [version 1; peer review: 3 approved] *F1000Research* 2019, 8(F1000 Faculty Rev):508 ( <https://doi.org/10.12688/f1000research.17376.1>)
- Latronico N, Herridge M, Hopkins RO, Angus D, Hart N, Hermans G, Iwashyna T, Arabi Y, Citerio G, Ely EW, Hall J, Mehta S, Puntillo K, Van den Hoeven J, Wunsch H, Cook D, Dos Santos C, Rubenfeld G, Vincent JL, Van den Berghe G, Azoulay E, Needham DM. The ICM research agenda on intensive care unit-acquired weakness. *Intensive Care Med.* 2017 Sep;43(9):1270-1281. doi: 10.1007/s00134-017-4757-5. Epub 2017 Mar 13. PMID: 28289812.

- Vanhorebeek I, Latronico N, Van den Berghe G. ICU-acquired weakness. Intensive Care Med. 2020 Apr;46(4):637-653. doi: 10.1007/s00134-020-05944-4. Epub 2020 Feb 19. PMID: 32076765; PMCID: PMC7224132.
- Yang T, Li Z, Jiang L, Wang Y, Xi X. Risk factors for intensive care unit-acquired weakness: A systematic review and meta-analysis. Acta Neurol Scand. 2018;00:1–11.  
<https://doi.org/10.1111/ane.12964>
- Lambell KJ, Tierney AC, Wang JC, Nanjaya V, Forsyth A, Goh GS, Vicendese D, Ridley EJ, Parry SM, Mourtzakis M, King SJ. Comparison of Ultrasound-Derived Muscle Thickness With Computed Tomography Muscle Cross-Sectional Area on Admission to the Intensive Care Unit: A Pilot Cross-Sectional Study. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2021 Jan;45(1):136-145. doi: 10.1002/jpen.1822. Epub 2020 Apr 15. PMID: 32291773.
- Reintam Blaser A, Starkopf J, Alhazzani W, Berger MM, Casaer MP, Deane AM, Fruhwald S, Hiesmayr M, Ichai C, Jakob SM, Loudet CI, Malbrain ML, Montejo González JC, Paugam-Burtz C, Poeze M, Preiser JC, Singer P, van Zanten AR, De Waele J, Wendon J, Wernerman J, Whitehouse T, Wilmer A, Oudemans-van Straaten HM; ESICM Working Group on Gastrointestinal Function. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines. Intensive Care Med. 2017 Mar;43(3):380-398. doi: 10.1007/s00134-016-4665-0. Epub 2017 Feb 6. PMID: 28168570; PMCID: PMC5323492.
- Lewis SR, Schofield-Robinson OJ, Alderson P, Smith AF. Enteral versus parenteral nutrition and enteral versus a combination of enteral and parenteral nutrition for adults in the intensive care unit. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Jun 8;6(6):CD012276. doi: 10.1002/14651858.CD012276.pub2. PMID: 29883514; PMCID: PMC6353207.

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada**  
**Valencia 28 de Noviembre de 2023**

- Fuentes Padilla P, Martínez G, Vernooij RW, Urrútia G, Roqué I Figuls M, Bonfill Cosp X. Early enteral nutrition (within 48 hours) versus delayed enteral nutrition (after 48 hours) with or without supplemental parenteral nutrition in critically ill adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Oct 31;2019(10):CD012340. doi: 10.1002/14651858.CD012340.pub2. PMID: 31684690; PMCID: PMC6820694.
- McKendry J, Thomas ACQ, Phillips SM. Muscle Mass Loss in the Older Critically Ill Population: Potential Therapeutic Strategies. *Nutr Clin Pract*. 2020 Aug;35(4):607-616. doi: 10.1002/ncp.10540. Epub 2020 Jun 24. PMID: 32578900.
- Kondo Y, Fuke R, Hifumi T, Hatakeyama J, Takei T, Yamakawa K, Inoue S, Nishida O. Early rehabilitation for the prevention of postintensive care syndrome in critically ill patients: a study protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2017 Mar 1;7(3):e013828. doi: 10.1136/bmjopen-2016-013828. PMID: 28249850; PMCID: PMC5353352.
- Burgess LC, Venugopalan L, Badger J, Street T, Alon G, Jarvis JC, Wainwright TW, Everington T, Taylor P, Swain ID. Effect of neuromuscular electrical stimulation on the recovery of people with COVID-19 admitted to the intensive care unit: A narrative review. *J Rehabil Med*. 2021 Mar 18;53(3):jrm00164. doi: 10.2340/16501977-2805. PMID: 33634830; PMCID: PMC8814855.
- Patel S, Bear D, Patel B, Puthuchery Z. Clinical Application of Ultrasound in Intensive Care Unit-Acquired Weakness. *Ultraschall Med*. 2020 Jun;41(3):244-266. English. doi: 10.1055/a-1038-5614. Epub 2020 Apr 16. PMID: 32299105.

- Zhang W, Wu J, Gu Q, Gu Y, Zhao Y, Ge X, Sun X, Lian J, Zeng Q. Changes in muscle ultrasound for the diagnosis of intensive care unit acquired weakness in critically ill patients. *Sci Rep*. 2021 Sep 14;11(1):18280. doi: 10.1038/s41598-021-97680-y. PMID: 34521934; PMCID: PMC8440559.
- Formenti P, Umbrello M, Coppola S, Froio S, Chiumello D. Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU. *Ann Intensive Care*. 2019 May 17;9(1):57. doi: 10.1186/s13613-019-0531-x. PMID: 31101987; PMCID: PMC6525229.
- Nies I, Ackermans LLGC, Poeze M, Blokhuis TJ, Ten Bosch JA. The Diagnostic Value of Ultrasound of the Rectus Femoris for the diagnosis of Sarcopenia in adults: A systematic review. *Injury*. 2022 Nov;53 Suppl 3:S23-S29. doi: 10.1016/j.injury.2022.06.004. Epub 2022 Jun 15. PMID: 35732560.
- Hernández-Socorro CR, Saavedra P, López-Fernández JC, Ruiz-Santana S. Assessment of Muscle Wasting in Long-Stay ICU Patients Using a New Ultrasound Protocol. *Nutrients*. 2018 Dec 1;10(12):1849. doi: 10.3390/nu10121849. PMID: 30513718; PMCID: PMC6316061
- Chapple LS, van Gassel RJJ, Rooyackers O. Protein metabolism in critical illness. *Curr Opin Crit Care*. 2022 Aug 1;28(4):367-373. doi: 10.1097/MCC.0000000000000959. Epub 2022 Jul 5. PMID: 35792908.





# ¡GRACIAS!

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 28 de Noviembre de 2023