



GAP 2016

Manejo Nutricional en Niños Quemados Graves

Fecha de última revisión: Junio de 2016

AUTORES:

Dra. Carolina Caminiti (Servicio de Nutrición - HG)

Dra. Nidia Tramonti (UCI Quemados - HG)

Dr. Alberto Murruni (UCI Quemados - HG)

Dr. Fabian Guarracino (UCI Quemados - HG)

Dr. Daniel Hiemadi (UCI Quemados - HG)

Dr. Alejandro Noman (UCI Quemados - HG)

Dra. Consuelo Barcala (Servicio de Nutrición - HG)

Lic. Eugenia Caballero (Servicio de Alimentación - HG)

Lic. Araceli Cresta (Jefa de Clínica Servicio de Alimentación - HG)

Dra. Jimena Lema (UCI Quemados - HG)

Dr. Alexey Kolos (UCI Quemados - HG)

Dr. Santiago Laborde (Jefe de Clínica Cirugía Plástica y Quemados - HG)

Dr. Mauricio Navarro (Cirugía Plástica y Quemados - HG)

Dr. Marcelo Sciamanna (Cirugía Plástica y Quemados - HG)

Bioq. Gabriela D'Isa (Jefa de Clínica Laboratorio Central - HG)

REVISORES:

Dra. Graciela Demirdjian (Coordinación de Evaluación de Tecnología Sanitaria,
Ex-Coordinadora de UCI Quemados - HG)

Dra. María Beatriz Araujo (Jefa de Servicio de Nutrición - HG)

Dra. Carmen Mazza (Ex-Jefa Servicio de Nutrición - HG)

Dra. Rosa M. Villasboas (Coordinadora UCI Quemados - HG)

Dr. Hugo Basílico (Jefe de Clínica UCI Quemados - HG)



HOSPITAL DE PEDIATRÍA "JUAN P. GARRAHAN"

Dirección Médica Ejecutiva: Dra. Josefa Rodríguez

Coordinación de Evaluación de Tecnología Sanitaria: Dra. Graciela Demirdjian

Guías de Atención Pediátrica (GAP)

Coordinación General:

Dra. Graciela Demirdjian

Comité Editorial:

Comité de Evaluación de Tecnología Sanitaria (ETS)

Dr. Hernán Rowensztein (Coordinación de Formación de Recursos Humanos)

Dra. Silvina Ruvinsky (Servicio de Epidemiología y Control de Infección)

Farm. Marcela Rousseau (Área de Farmacia)

Farm. María Gabriela Fernández (Área de Farmacia)

Dra. M. Teresa Mazzucchelli (Área de Neonatología)

Dra. Patricia Bellani (Área de Neonatología)

Dr. Carlos Cambaceres (Área de Terapia Intensiva Pediátrica)

Dr. Martín Rubio (Servicio de Cirugía)

Dr. Sergio Sierre (Área de Imágenes)

Bioq. Estela Carchio (Área de Laboratorio)

Ing. Eduardo Sardá (Depto. de Tecnología Médica)



PROLOGO

Ejercer la Pediatría de manera racional y efectiva no es una tarea fácil. Los pacientes graves que sobreviven y se cronifican plantean nuevos desafíos; cada vez hay más información de variable confiabilidad y menos tiempo disponible para actualizarse; muchas intervenciones diagnósticas y terapéuticas son riesgosas o costosas, y los recursos sanitarios son siempre limitados.

*Las **GUÍAS DE ATENCIÓN PEDIÁTRICA (GAP) del Hospital de Pediatría “Juan P. Garrahan”** fueron pensadas como una herramienta facilitadora para la asistencia de pacientes complejos (**Guías de Manejo**) o el uso apropiado de tecnologías sanitarias diagnósticas o terapéuticas (**Guías de Utilización**), integrando en una serie de recomendaciones prácticas la revisión de la mejor evidencia científica disponible y la amplia experiencia acumulada por los expertos locales en las distintas áreas pediátricas del hospital.*

*Sus principales **objetivos** están dirigidos a reducir la variabilidad en la atención de pacientes pediátricos complejos, facilitar el proceso de referencia y contra-referencia con otros centros, promover la formación continua de los profesionales pediátricos en una atención más eficiente y costo-efectiva, fomentar un uso más racional de los recursos, y optimizar la calidad de vida de nuestros pacientes y sus familias.*

*Para poder cumplir con estos propósitos, nuestros **expertos multidisciplinarios**, con la asistencia técnica del **Comité** y la **Coordinación de Evaluación de Tecnología Sanitaria** del hospital, desarrollan para la elaboración de las guías una metodología estandarizada, que incluye la búsqueda exhaustiva de literatura científica, la selección en base al análisis crítico de la mejor evidencia disponible, y la formulación por consenso interdisciplinario de recomendaciones flexibles y adaptables al contexto local de cada usuario potencial de las guías.*

*Este proceso de cambio incorpora el **Sistema GRADE** para la **clasificación de los niveles de evidencia y grados de recomendación**. La aplicación de estos criterios (ya ampliamente aceptados por la comunidad científica internacional) requiere de la valoración crítica de aspectos metodológicos de la información proveniente de la investigación, así como la consideración de la seguridad y costo-efectividad de las tecnologías recomendadas, pero simplifica la tarea para el usuario de las guías, ya que se traduce en **recomendaciones fuertes** (hágalo) o **débiles** (puede o no hacerlo, según otros criterios como preferencias, accesibilidad, riesgos o costos).*

*Cada guía se inicia con un **Resumen de las recomendaciones** y la última **fecha de actualización** (las guías son actualizadas periódicamente por los autores en la web). Se explicitan los **alcances de la guía** (tipo de paciente o problema al que se aplica, y espectro de profesionales a quienes está destinada). Se enuncian también las **preguntas clínicas** que responde la guía (aspectos epidemiológicos, intervenciones diagnósticas o terapéuticas que considera, resultados de salud esperados).*

*Hemos incorporado a las guías algunos elementos de apoyo. El **Glosario** contiene las definiciones operativas de los principales términos utilizados en las respectivas guías, y los **términos MeSH (“Medical Subject Headings”)** que utiliza **MEDLINE** para indexar información, útiles a la hora de realizar una búsqueda bibliográfica para seleccionar las palabras claves apropiadas y asegurar su correcta escritura en idioma inglés (el término contiene un enlace directo al sitio de **PUBMED**). En algunos temas se incluyen **algoritmos de decisión** para la consulta rápida, **tablas de manejo** para ordenar y sistematizar planes de estudio y seguimiento, **tablas de evidencia** donde se resaltan los estudios de mayor impacto sobre las recomendaciones, y **enlaces (“links”)** a algunos artículos referenciados disponibles o sitios web de interés.*

Esperamos que estas nuevas estrategias sean de utilidad para los usuarios de estas guías dentro y fuera del ámbito hospitalario. Sabemos que no son perfectas sino perfectibles... pero el camino sólo se hace al andar.

Dra. Graciela Demirdjian

Coordinación de Evaluación de Tecnología Sanitaria

Hospital de Pediatría “Juan P. Garrahan”



SISTEMA GRADE

Los sistemas iniciales de clasificación de **niveles de evidencia y grados de recomendación** eran tan heterogéneos y complicados que comprenderlos como lector o aplicarlos como usuario era difícil. El **GRADE WORKING GROUP** (formado por líderes de la **Medicina Basada en la Evidencia**), tomando en consideración estas dificultades, ha promovido el consenso internacional sobre la unificación de criterios en el **Sistema GRADE** para la valoración de grados de evidencia y recomendación en las guías de práctica.

¿QUÉ ES EL SISTEMA GRADE?

El **GRADE** es un sistema de valoración de la **calidad de la evidencia científica** que permite simplificar la **clasificación de las recomendaciones en fuertes o débiles** (ver TABLA).

CALIDAD DE LA EVIDENCIA	RECOMENDACIONES E IMPLICANCIAS
ALTA Ensayos clínicos aleatorizados sin fallas de diseño o evidencia muy fuerte de estudios observacionales.	FUERTES Beneficios superan riesgos y costos (o viceversa). Aplicables a la mayoría de los pacientes sin reservas.
MEDIA Ensayos clínicos aleatorizados con limitaciones importantes o evidencia consistente de estudios observacionales.	DEBILES Beneficios en estrecho equilibrio con riesgos y costos, o bien inciertos.
BAJA Estudios observacionales (cohorte, caso-control, serie temporal, antes-después, o serie de casos).	Cualquier alternativa puede ser igualmente razonable. Decisión en cada caso individual según otros criterios (acceso, disponibilidad, preferencias, riesgos o costos).

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DEL SISTEMA GRADE?

Valorar adecuadamente la evidencia científica requiere considerar múltiples aspectos metodológicos que exceden la simple clasificación en base al **diseño del estudio**. Si bien los **ensayos clínicos controlados y aleatorizados (ECA)** o las **revisiones sistemáticas (RS)** basadas en ellos se consideran el máximo nivel de evidencia científica, estos estudios pueden tener limitaciones para su aplicabilidad o fallas metodológicas que generen sesgos o desviaciones al estimar los resultados. Otros diseños alternativos como los **estudios observacionales (cohorte o caso-control)** pueden a su vez generar evidencia muy sólida o consistente cuando abarcan un gran número de pacientes similares a los de la práctica en la vida real. La consideración de estos y otros factores que sustentan las recomendaciones es una tarea que requiere equipos interdisciplinarios que sumen al entrenamiento metodológico y estadístico la experiencia clínica necesaria para el análisis crítico de la literatura específica. Todo este trabajo previo facilita luego la tarea para el lector de una guía, ya que se traduce en **2 grandes categorías de recomendaciones**:

- **Recomendaciones fuertes:** Surgen de **evidencia de alta calidad metodológica** (generalmente ensayos aleatorizados o revisiones sistemáticas) que garantizan que los beneficios superan a los riesgos y costos en la mayoría de los pacientes. Indican que existe suficiente evidencia para aconsejar (o desaconsejar) el uso de la intervención diagnóstica o terapéutica en cuestión.
- **Recomendaciones débiles:** Proviene de **evidencia de regular o baja calidad metodológica** (generalmente estudios observacionales o series de casos) que no proveen suficiente prueba de eficacia, sugiriendo utilizar otros criterios para tomar la decisión (como considerar la disponibilidad, los costos, los riesgos o preferencias de los pacientes).

EN RESUMEN:

Una **RECOMENDACION FUERTE** equivale a un "hágalo siempre" o bien "no lo haga nunca"
Una **RECOMENDACIÓN DÉBIL** implica un "puede hacerlo, pero considere otros factores"

Confiamos en que nuestra tarea redunde en una aplicación más racional y flexible de las recomendaciones enunciadas en estas guías, para el beneficio de nuestros pacientes y un mejor uso de los recursos de nuestro sistema de salud.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Guyatt G, Gutterman D, Baumann MH, Addrizzo-Harris D et al: Grading Strength of Recommendations and Quality of Evidence in Clinical Guidelines. Chest 2006; 129: 174-181.
- 2 Marzo-Castillejo M, Alonso-Coello P: Clasificación de la calidad de la evidencia y fuerza de las recomendaciones. GRADE Working Group. Atención Primaria 2006; 37(1): 1-11.



RESUMEN

SÍNTESIS DE LAS RECOMENDACIONES

VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

1. *Evaluar en forma seriada indicadores antropométricos, clínicos y bioquímicos de estado nutricional para definir requerimientos, objetivos, modalidad y efectividad del soporte nutricional:*
 - *Peso (semanal) (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Talla (en admisión y al egreso) (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Índice de masa corporal (IMC) (semanal) (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Porcentaje de Superficie Corporal Quemada (%SCQ) cruenta (semanal) (NIVEL DE EVIDENCIA MEDIO - RECOMENDACIÓN FUERTE)*
 - *Tasa Metabólica en Reposo (TMR) o Basal (TMB) medida por Calorimetría Indirecta (CI) o estimada por fórmula de GALVESTON o SCHOFIELD (semanal) (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Balance energético y nitrogenado (semanal) (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Proteínas viscerales (prealbúmina y PCR) (semanal) (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Composición Corporal (semanal) mediante "Dual-Energy X-ray Absorptiometry" (DEXA) o Índice Creatinina-Talla (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*

REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS

2. *Definir los requerimientos de energía utilizando TMB (medida por CI o estimada por fórmulas). (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
3. *Ajustar periódicamente según parámetros clínicos (%SCQ cruenta, sepsis) para evitar subalimentación o sobrealimentación. (NIVEL DE EVIDENCIA MEDIO - RECOMENDACIÓN FUERTE)*

REQUERIMIENTOS DE MACRONUTRIENTES

4. *Aportar alimentación rica en hidratos de carbono con aporte proteico adecuado y reducida en grasas para estimular la síntesis proteica y mejorar la masa magra:*
 - *Hidratos de Carbono: Para alimentación enteral aportar 55-60% de energía como carbohidratos. En aporte parenteral no superar flujo EV de glucosa de 5 mg/kg/min hasta 7 mg/kg/min en niños y adolescentes teniendo en cuenta los límites fisiológicos de tolerancia a la glucosa (NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACIÓN FUERTE)*
 - *Insulinoterapia: iniciar sólo con glucemias > 200 mg% sostenidas en 2 controles sucesivos con intervalo de 1 hora. (NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACIÓN FUERTE)*
 - *Proteínas: Aportar 3g/kg/día de proteínas en niños y 1.5-2g/kg/día en adolescentes. (NIVEL DE EVIDENCIA MEDIO - RECOMENDACIÓN FUERTE)*
 - *Mantener una relación de calorías no proteicas a nitrógeno (N) de 100:1 para obtener balance N positivo (1 a 3). (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Grasas: No aportar > 35% de energía como lípidos. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)*
 - *Inmunonutrición: No existe suficiente evidencia que justifique recomendar suplementación con glutamina ni arginina ni omega 3. (NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACIÓN FUERTE)*



REQUERIMIENTOS DE MICRONUTRIENTES (NIVEL DE EVIDENCIA MEDIO - RECOMENDACIÓN FUERTE)

EDAD	A (UI)	D (UI)	E (UI)	C (mg)	K (µg)	Folato (µg)	Cu (mg)	Fe (mg)	Se (mcg)	Zinc (mg)
0-13 a	2500-5000	600	6-16	250-500	2-60	1000	0.8-2.8	0.3-8	60-140	12.5-25
> 13 a	10000	600	23	1000	75-120	1000	4	8-18	300-500	25-40

ESTRATEGIAS PARA EL SOPORTE NUTRICIONAL (ver ALGORITMO FIGURA 1)

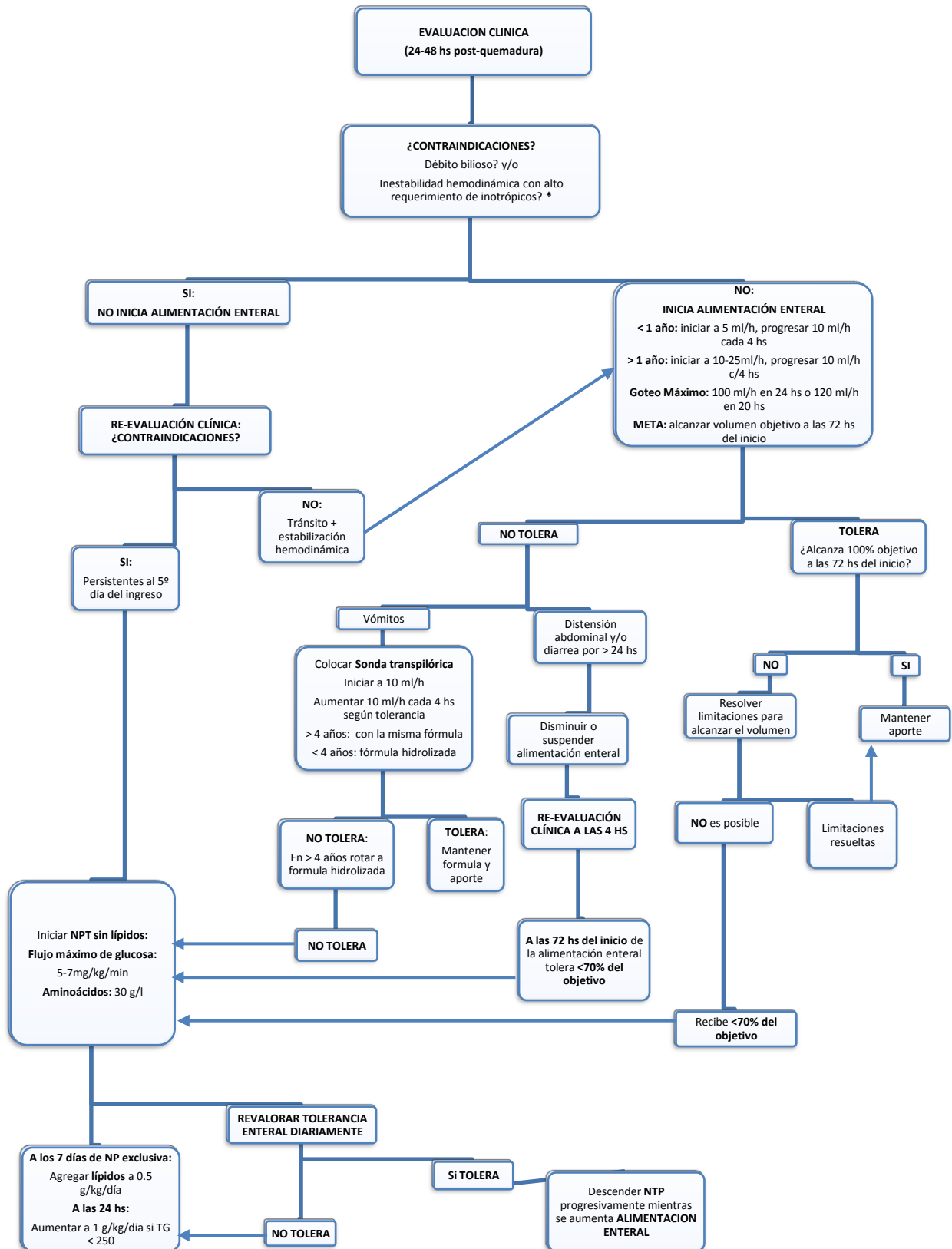
5. Luego de lograr **estabilización hemodinámica** con la resucitación inicial, a las **24-48 hs**, valorar la posibilidad de iniciar **AE temprana**. (NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACIÓN FUERTE)
6. **Contraindicar AE** en pacientes con **alteración de la perfusión intestinal** (por riesgo de necrosis intestinal): **débito biliar o íleo; inestabilidad hemodinámica y/o inotrópicos a altas dosis** (norepinefrina o epinefrina > 0.3 µg/kg/min). (NIVEL DE EVIDENCIA MEDIO - RECOMENDACIÓN FUERTE)
7. Considerar siempre como de **1ª elección la vía enteral por SNG**. (NIVEL DE EVIDENCIA MEDIO - RECOMENDACIÓN FUERTE)
8. Adecuar la **fórmula administrada a la edad**: (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)
 - > 1 año: fórmula polimérica, aminoácidos 4 g%, sin lactosa, 1 cal/ml. Iniciar AE a 10 ml/hora y progresar según algoritmo.
 - < 1 año: fórmula polimérica, aminoácidos 2.4 g%, sin lactosa, 0.74 cal/ml. Iniciar a 5 ml/h y progresar según algoritmo. Tolerado el volumen objetivo, aumentar concentración al 20%.
9. Si a las **72 hs** de iniciada la AE se alcanza la **meta de volumen objetivo**, mantener el aporte. Si no se logra, intentar resolver los problemas que generan **limitaciones** al aporte.
10. En pacientes que **no toleran la AE por vómitos**, colocar **STP**. Iniciar goteo a **10 ml/h** y aumentar **10 ml/h cada 4 hs** según tolerancia. Utilizar la misma fórmula en > 4 años, y fórmula hidrolizada en < 4 años. Rotar a hidrolizada en > 4 años sin tolerancia. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)
11. Si existe **intolerancia con distensión abdominal y/o diarrea >24 hs** de duración, suspender transitoriamente AE y re-evaluar a las **4 hs**. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)
12. Indicar **NPT sólo si**: (NIVEL DE EVIDENCIA MEDIO - RECOMENDACIÓN FUERTE)
 - al **5º día** post-quemadura persiste **ayuno por contraindicaciones de AE**
 - a las **72 hs** del inicio de la AE tolera < 70% del objetivo y **no se resuelven limitaciones** al aporte
 - persiste **intolerancia** a pesar de rotar a **STP**, modificar **fórmula** o suspender transitoriamente **AE**
13. Iniciar **Nutrición Parenteral Total (NPT) sin lípidos**, con **flujo máximo de glucosa de 5-7mg/kg/min** y **aminoácidos a 30 g/l**. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)
14. A los **7 días de NP exclusiva**: agregar **lípidos a 0.5 g/kg/día**. A las **24 hs**: aumentar a **1 g/kg/día** si triglicéridos (TG) < 250. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)
15. Revalorar **tolerancia enteral** diariamente. Si tolera ir disminuyendo **NP** a medida que se progresa con la **AE** según tolerancia. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)
16. Iniciar **descenso del aporte enteral** puede cuando **aporte oral** alcance el **70% de los objetivos energético y proteico**. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)

SEGUIMIENTO AL ALTA

17. Valorar **crecimiento, metabolismo hidrocabonado, recuperación de masa magra, aporte energético y proteico** adecuados. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)
18. **Pesquisar complicaciones metabólicas 2arias**, como **resistencia a la insulina o diabetes tipo 2, enfermedad cardiovascular, y déficit de calcio y Vit. D** con riesgo de fracturas. (NIVEL DE EVIDENCIA BAJO - RECOMENDACIÓN DÉBIL)



FIGURA 1: ALGORITMO DE SOPORTE NUTRICIONAL EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON QUEMADURAS GRAVES (SCQ \geq 30%) - UCI QUEMADOS HG





GLOSARIO

- **Quemaduras (MeSH: [Burns](#)):** lesión o injuria tisular producida por el contacto con agentes térmicos (fuego, líquidos o sólidos calientes), químicos (MeSH: [Burns, chemical](#)) o eléctricos (MeSH: [Burns, electric](#)).
- **Quemado grave:** paciente con quemadura que abarca 30% o más de la superficie corporal total.
- **Metabolismo energético (MeSH: [Energy Metabolism, Energy Expenditure](#)):** Conjunto de reacciones químicas involucradas en la producción y utilización de varias formas de energía en las células.
- **Índice de Masa Corporal (MeSH: [Body Mass Index](#)):** Indicador de la densidad corporal determinado por la relación entre el peso corporal y la talla ($IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla}^2 (\text{m}^2)$). Esta relación varía con la edad y el género. El IMC correlaciona con la grasa corporal (tejido adiposo).

Para adultos, las **categorías de IMC** (según el *CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS*) son: < 18.5 (desnutrición); 18.5-24.9 (normal); 25.0-29.9 (sobrepeso); ≥ 30.0 (obesidad).

- **Soporte Nutricional (MeSH: [Nutritional support](#)):** Administración de nutrientes para ser asimilados y utilizados por un paciente por otros medios distintos de la alimentación normal.

No incluye la **terapia hídrica ([Fluid Therapy](#))** que normaliza los líquidos corporales para restaurar el **balance hídrico-electrolítico ([Water-Electrolyte Balance](#))**.

- **Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (MeSH: [Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS](#)):** Reacción sistémica inflamatoria en respuesta a una variedad de injurias clínicas.

Se caracteriza por 2 ó más de las siguientes condiciones: (1) fiebre $>38^{\circ}\text{C}$ o hipotermia $<36^{\circ}\text{C}$; (2) taquicardia >90 latidos/minuto; (3) taquipnea >24 respiraciones/minuto; (4) leucocitosis >12.000 GB/ mm^3 o $>10\%$ de formas inmaduras.

En general asociada con infección, aunque puede también vincularse a injurias no infecciosas como trauma, **quemaduras** o pancreatitis. Si la infección está presente, se dice que el paciente con SIRS tiene **sepsis ([Sepsis](#))**.



ALCANCES DE LA GUÍA

OBJETIVOS Y PROPÓSITOS GENERALES

Proponer recomendaciones para el **manejo nutricional del paciente pediátrico grave con superficie corporal quemada (SCQ) \geq 30%**, según la mejor evidencia disponible sobre indicadores clínicos, antropométricos y bioquímicos para diagnóstico del estado nutricional, requerimientos calórico-proteicos y de micronutrientes, indicación y monitoreo de la intervención nutricional, durante la internación y al alta.

POBLACIÓN DE PACIENTES DESTINATARIOS

La **población destinataria** de esta guía comprende **pacientes pediátricos hospitalizados por quemaduras \geq 30% de SCQ**.

POBLACIÓN DE USUARIOS DESTINATARIOS

Esta guía está destinada a orientar al **equipo asistencial** en el **manejo interdisciplinario de la nutrición del paciente pediátrico hospitalizado por quemaduras \geq 30% de SCQ**, comprendiendo a los **profesionales clínicos y especialistas** involucrados.

PREGUNTAS CLÍNICAS

En niños quemados hospitalizados:

1. *¿Cómo se realiza la **valoración nutricional del paciente pediátrico quemado grave** basada en indicadores antropométricos y bioquímicos?*
2. *¿Cuáles son los **métodos para proponer el objetivo energético?** (medición versus cálculo)*
3. *¿Cómo se realiza el **monitoreo del soporte nutricional?***
4. *¿Cuáles son las recomendaciones de **aporte de macro y micronutrientes** durante la etapa crítica?*
5. *¿Cómo se sugiere realizar el **seguimiento nutricional al egreso hospitalario?***

METODOLOGÍA

Se realizó una **búsqueda informatizada** de evidencias de alta calidad metodológica: **ensayos clínicos aleatorizados (ECA)**, revisiones sistemáticas (RS) y guías de práctica clínica (GPC).

Las **recomendaciones finales** fueron sometidas a una **revisión por expertos**.

NIVELES DE EVIDENCIA Y GRADOS DE RECOMENDACIÓN

Sistema **GRADE**



INTRODUCCIÓN

Ninguna otra injuria resulta en semejante **aceleración del catabolismo tisular, pérdida de masa magra, y depleción de las reservas energética y proteica**, como la **quemadura severa**.

FASES DE LA RESPUESTA METABÓLICA A LA INJURIA

Inmediatamente después de la **injuria térmica** se inicia una intensa **respuesta metabólica sistémica**. La **1ª etapa** denominada **fase de caída ("ebbstage")** ocurre durante los **2-3 primeros días** y se caracteriza por descenso del gasto cardíaco, *shock*, hipotermia, menor consumo de oxígeno (O₂) y descenso de la tasa metabólica (TM). Esta etapa es seguida de una **2ª fase de chorro o flujo ("flowstage")** que se instala al **5º día** con circulación hiperdinámica, aumento de la TM (hipermetabolismo), elevación de catecolaminas y hormonas catabólicas, y severa respuesta inflamatoria sistémica.¹

La **quemadura por fuego** produce mayor respuesta hipermetabólica, inflamatoria y de fase aguda comparada con la **escaldadura por líquidos**², pero estas diferencias no se han verificado entre niños quemados con y sin **injuria inhalatoria**.³ La **morbimortalidad** aumenta con la **SCQ**, drásticamente a partir del **40-60%**⁴, en gran parte debido a esta **respuesta hipermetabólica**.⁵ La incidencia de **fallo multiorgánico** con subsecuente **mortalidad** en **pacientes pediátricos críticos con quemaduras severas** también aumenta con el %SCQ, el síndrome inhalatorio y la magnitud de la respuesta inflamatoria.⁶

IMPACTO EN LA TASA METABÓLICA (HIPERMETABOLISMO)

El **hipermetabolismo** se explica en parte por disfunción mitocondrial en el músculo esquelético. Luego de una **quemadura severa** se produce una rápida y dramática reducción del contenido y función mitocondrial⁷; el desacoplamiento de la fosforilación oxidativa contribuye al aumento de la TM para aumentar la producción de calor. Normalmente, la TM es gobernada por la cantidad de O₂ requerido para soportar la producción de ATP y la termorregulación (**90% del consumo de O₂** ocurre en la mitocondria); la disfunción mitocondrial sería una respuesta adaptativa para producir calor a expensas de la oxidación de combustible.⁸ Por otra parte, el **60% del aumento de la TM** se atribuye a la síntesis proteica, gluconeogénesis, producción de urea y ciclo de sustratos. Tanto la síntesis como el catabolismo proteico están incrementados desde las primeras horas post-quemadura; pero la mayor magnitud del catabolismo conduce a **balance proteico (nitrogenado) negativo**.

En **niños quemados graves** puede incrementarse hasta en un **145%** el **metabolismo energético** en distintas etapas post-injuria.⁹⁻¹⁰ Algunos **factores clínicos** que aumentan el **gasto energético basal** son: el %SCQ, la magnitud del catabolismo proteico, el dolor, la fiebre, la sepsis, las drogas vasoactivas, la terapia física y la pérdida de calor por evaporación.¹¹ Se ha descrito un aumento del **40%** de la TM durante episodios de **sepsis**.¹² En cambio, el **gasto energético en reposo** disminuye con la mayor edad, la desnutrición, la asistencia respiratoria mecánica (ARM), el ambiente cálido, los bloqueantes musculares, las escarectomías, los lechos con cobertura definitiva integrada y vendajes oclusivos (la **TM basal** es **40% <** en pacientes con cobertura completa al **2º-3º día** de la injuria que en aquellos sin cobertura hasta el **7º día**).¹³ Maniobras como mantener una temperatura ambiente y humedad relativa altas reducen los **requerimientos calóricos** hasta en un **20%**; también la eliminación temprana de la quemadura, la ARM, la antibioticoterapia y sedación adecuadas. Si bien estas medidas terapéuticas no parecen modificar los mecanismos etiopatogénicos del hipermetabolismo inducido por la quemadura, sí han reducido significativamente su magnitud.¹²



IMPACTO DEL CATABOLISMO SOBRE EL ESTADO NUTRICIONAL

El **aumento del gasto energético** lleva a incrementar el **catabolismo** con utilización de tejidos (principalmente **masa magra**, es decir, muscular) como sustrato para síntesis proteica. La obligación del músculo de aportar energía hace que sea degradado más rápidamente de lo que es sintetizado, llevando a **pérdida de masa magra**. El **musculo esquelético** es sacrificado para mantener aporte energético y síntesis de tejido en las heridas.

Se han identificado como **factores predictivos** significativos de la **magnitud del catabolismo de tejidos**: la edad, el peso al ingreso, el %SCQ, la TM como porcentaje de la TMB, el tiempo desde la injuria hasta la primera escarectomía, y la sepsis.¹⁴

MORBIMORTALIDAD SECUNDARIA A DESNUTRICIÓN

El intenso uso de sustratos energéticos predispone al paciente a la **desnutrición** y como consecuencia, a deficiencia inmunológica, infecciones, pérdida de nitrógeno (N), retraso en la cicatrización de heridas, internación prolongada y muerte. La **pérdida del 10% de la masa magra corporal total** lleva a **disfunción inmunológica**, el **20%** a un **retraso en la cicatrización**, el **30%** a **infecciones severas** y el **40%** a la **muerte**. Por otra parte, la **sobrealimentación** se asocia a aumento de producción de CO₂, falla respiratoria, hiperglucemia y depósito de grasa en el hígado.¹⁵

El manejo de la **respuesta hipermetabólica e hipercatabólica** luego de una **quemadura severa** requiere de un adecuado **soporte nutricional**.¹⁶

En los **niños** la **respuesta hipermetabólica** puede durar hasta **9-12 meses** luego de la quemadura. Además del riesgo de vida, los sobrevivientes presentan **retardo de crecimiento** hasta **1 año** después de la quemadura; incluso a los **2 años** postinjuria se evidencia **pérdida de masa magra y ósea**.

VALORACIÓN NUTRICIONAL PARA SOPORTE Y MONITOREO

En los **pacientes quemados** la **valoración nutricional** está limitada, ya que las herramientas utilizadas normalmente en otros pacientes dan resultados confusos por la respuesta inflamatoria. A pesar de sus limitaciones, algunos **marcadores del estado nutricional** utilizados en conjunto pueden ayudar en el **monitoreo del soporte nutricional**.¹⁷

El **objetivo** principal de la **intervención nutricional** es la preservación de la masa muscular, asegurando aporte de líquidos, energía y nutrientes en cantidades adecuadas para mantener funciones vitales y homeostasis, disminuyendo el catabolismo y la pérdida de N, recuperando la actividad del sistema inmune y minimizando el riesgo de sobrealimentación.

La **terapia nutricional** es más exitosa cuando se proporciona según un **protocolo multidisciplinario** en el que se estandarice la evaluación inicial y posterior, y el inicio y monitoreo del soporte nutricional.¹²



RECOMENDACIONES DE MANEJO

A. VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

Provee una **medida objetiva** de las consecuencias del **disbalance entre aporte y requerimientos**. Es un **instrumento operacional** ya que se utiliza para definir conductas. Permite identificar requerimientos de apoyo nutricional, establecer objetivos de la intervención, delinear la modalidad de soporte nutricional más adecuado y evaluar la efectividad de la terapia prescrita.

INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS

1. PESO: *(Frecuencia: semanal)*

Expresa la **totalidad de la masa corporal** (agua, masa magra y grasa). Como es susceptible a variaciones del estado de hidratación y presencia de edemas, es inexacto; pero repetido en el tiempo es de utilidad para monitorear el estado de hidratación en el gran quemado.

2. TALLA: *(Frecuencia: a la admisión y al egreso)*

Refleja el **crecimiento** alcanzado para la edad del niño. Su alteración responde a múltiples factores, no sólo el nutricional. Además es un **indicador nutricional crónico** porque se afecta a largo plazo.

3. ÍNDICE DE MASA CORPORAL: *(Frecuencia: semanal)*

Combina peso y talla y se calcula como $\text{peso}/(\text{talla})^2$. Suele estar **sobreestimado** por la presencia de edemas. Es útil en **>1 año de edad**. Según la **OMS** los **puntos de corte del IMC** son:

- Percentilo (Pc) 5-85: Normal
- Pc <5: Desnutrición
- Pc >85: Sobrepeso/Obesidad

INDICADORES CLÍNICOS

1. VALORACIÓN DURANTE PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS: *(Frecuencia: semanal)*

Para un ajuste dinámico del aporte energético se requiere estimar durante los **procedimientos quirúrgicos** el **%SCQ cruenta remanente**, incorporando en el **cálculo** zonas dadoras de nuevas tomas de piel o en vías de reepitelización, el prendimiento o pérdida de injertos autólogos aplicados, y el avance del neopitelio circundante hacia zonas cruentas.

2. VALORACIÓN DE TOLERANCIA DIGESTIVA *(Frecuencia: diaria)*

Para ajustar el **aporte enteral** es primordial evaluar la presencia de **signos de intolerancia digestiva** como distensión o dolor abdominal, diarrea, o vómitos. Es importante tener en cuenta el riesgo de **pancreatitis**, ya que si bien su **incidencia** es baja (**0.05%**), aumenta el riesgo de muerte.¹⁸ Si hay **dolor abdominal o intolerancia digestiva**, es conveniente realizar **dosaje de amilasa y lipasa**.



3. MEDICIÓN DE LA TASA METABÓLICA EN REPOSO (TMR) O "RESTING ENERGY EXPENDITURE" (REE):

Para implementar una adecuada **estrategia de soporte nutricional** es imprescindible plantear un **objetivo energético**. Para obtenerlo, las **guías de manejo nutricional del niño crítico** de la **AMERICAN SOCIETY FOR PARENTERAL AND ENTERAL NUTRITION (ASPEN)** ¹⁹ y del **gran quemado** de la **EUROPEAN SOCIETY FOR CLINICAL NUTRITION AND METABOLISM (ESPEN)** ²⁰ recomiendan medir la **TMR** por **Calorimetría Indirecta (CI, método de referencia o "gold standard")** para evitar el efecto acumulativo de estimaciones imprecisas. En su ausencia, se sugiere estimarlo a través de **fórmulas**.

a. Medición de la TMR: (Frecuencia: semanal)

La **CI** se basa en que el ser humano metaboliza las fuentes energéticas utilizando O_2 y produciendo CO_2 . Mide indirectamente la **TMR** usando el análisis de gases espirados para calcular el volumen de aire que pasa por el sistema respiratorio, la cantidad de O_2 extraído y la cantidad de CO_2 espirado como producto del metabolismo. La medición se hace sin necesidad de suspender la alimentación continua, con una **duración del estudio** de **30 minutos** (equivalente a medir **24hs**), incluso **5 min** en pacientes estables. ¹⁵ Se sugiere incrementar el **resultado obtenido (calorías/día)** en un **30%** para incluir situaciones diarias que aumenten la **TMR** como fiebre, taquicardia, dolor, cirugía, etc.

La **CI** también arroja el **cálculo del cociente respiratorio ($CR = CO_2 \text{ producido} / O_2 \text{ consumido}$)**. Es útil solamente en dos situaciones: un **$CR \geq 0.85$** descarta **hipoaporte (alto valor predictivo negativo)**, mientras que un **$CR \geq 1$** indicaría **síntesis de grasa** que caracteriza el **hiperaporte** de hidratos de carbono o de energía (**alto valor predictivo positivo**). Otros valores no permiten identificar situaciones metabólicas con suficiente sensibilidad y especificidad. ²¹

Limitaciones de la medición: imposibilidad de medir todo el CO_2 espirado por:

- tubos de drenaje pleural
- pérdida peri-traqueostomía
- membrana de hemodiálisis
- fracción inspirada de O_2 (FiO_2) > 0.6
- presión positiva (PEEP) > 12 cm de H_2O

b. Cálculo de la TMB: (Frecuencia: semanal)

Ante la ausencia de **CI**, la **TMB** se calcula mediante diferentes **fórmulas** que incluyen o no la **SCQ**:

b₁. Fórmulas que incluyen la SCQ: Fórmula de GALVESTON O DE CARVAJAL: ²² La **ventaja** es que varía con los cambios de **%SCQ remanente cruenta**, por lo que su resultado es dinámico durante la evolución. En la práctica, **sobreestima** los requerimientos energéticos comparada con **CI**.

0-1 año:	2100 cal/m² de SCT	+	1000 cal/m² de SCQ
1-11 años:	1800 cal/m² de SCT	+	1300 cal/m² de SCQ
12-16 años:	1500 cal/m² de SCT	+	1500 cal/m² de SCQ
<i>SCT: superficie corporal total. SCQ: superficie corporal quemada</i>			

b₂. Fórmulas que no incluyen la SCQ: FÓRMULAS DE SCHOFIELD Y DE HARRIS-BENEDICT: La mayor **limitación** de estas fórmulas es que no consideran los cambios evolutivos de la **SCQ** sino que se modifican según variaciones en el **peso**. En caso de no contar con **CI**, la **ESPEN** ²⁰ recomienda en **niños** utilizar la **FÓRMULA DE SCHOFIELD**, aunque **subestima** los requerimientos, por lo que en la práctica incrementamos su resultado en un **30%**. Algunos expertos recomiendan en lugar de **SCHOFIELD**, utilizar la **FÓRMULA DE HARRIS-BENEDICT**.



Fórmula de SCHOFIELD: (peso en kg, talla en metros)

Niños < 3 años:	(0,1673 x peso) +	(1517,4 x talla) -	617,6
Niñas < 3 años:	(16,252 x peso) +	(1023,2 x talla) -	413,5
Niños 3-10 años:	(19,6 x peso) +	(130,3 x talla) +	414,9
Niñas 3-10 años:	(16,97 x peso) +	(161,8 x talla) +	371,2
Niños 11-18 años:	(16,25 x peso) +	(137,2 x talla) +	515,5
Niñas 11-18 años:	(8,365 x peso) +	(465,6 x talla) +	200

Fórmula de HARRIS-BENEDICT (peso en kg, talla en cm, edad en años)

Niños:	$66,4730 + (5,0033 \times \text{talla}) + (13,7516 \times \text{peso}) - (6,755 \times \text{edad})$
Niñas:	$655,0955 + (1,8496 \times \text{talla}) + (9,5634 \times \text{peso}) - (4,756 \times \text{edad})$

4. BALANCE ENERGÉTICO: (Frecuencia: *diaria a semanal*)

El **balance energético** es la diferencia entre el **objetivo energético medido o calculado** y el **aporte energético total recibido**. Da una **medida objetiva del desbalance energético** que sirve para optimizar el aporte. Requiere obtener el dato preciso del **aporte recibido (enteral y parenteral)** en las **24hs previas**. Aunque es ideal su estimación **diaria**, la valoración global puede hacerse a **intervalos** más prolongados (**72hs o semanal**) para minimizar el impacto de la variación diaria del aporte enteral por ayunos prolongados.

5. BALANCE NITROGENADO: (Frecuencia: *semanal*)

El **balance nitrogenado** es una medida del **metabolismo proteico** en un individuo equivalente a su síntesis y oxidación. Su medición es útil como **indicador de adecuación de la ingesta proteica**. Un balance **neutro** indica **equilibrio**, **negativo** indica **catabolismo** y **positivo** **anabolismo o síntesis**. Es una herramienta ampliamente utilizada, un valioso **indicador del estado nutricional en pacientes críticos**, y el **parámetro nutricional más asociado a evolución**. Es considerado el **"gold standard"** para valorar el soporte nutricional contra el cual se debe comparar el resto de los indicadores.²³

BALANCE NITROGENADO = N aportado - N urinario - N fecal y piel - N eliminado por quemadura

N aportado: proteínas aportadas en g/6.25

N urinario: (urea urinaria de 24hs/2.1) + 20% por pérdidas urinarias de N no ureicas (creatinina, amonio, etc)

N fecal y piel: 2 g/día en < 4 años, 3 g/día entre 4 y 10 años y 4 g/día en > 10 años

N eliminado por quemadura: 0.12 g/kg/día en quemaduras > 30%

De modo práctico, se calcula el **aporte de proteínas totales recibido por vía enteral y parenteral en 24hs** y simultáneamente se recolecta la **muestra de orina** para medir **N urinario eliminado en 24hs**. El **N proteico ingerido** se calcula dividiendo los **gramos de proteínas totales** recibidas por **6.25**. El **N urinario** se calcula con la **urea en orina de 24 hs**. La **pérdida de N urinario** se modifica durante las distintas etapas post-quemadura, debiendo disminuir a medida que desciende el efecto catabólico, alrededor de las **2 semanas**. Las **mediciones seriadas de N ureico urinario** objetivan las variaciones en el **catabolismo proteico**.¹¹ El **objetivo** es un **balance nitrogenado positivo** o por lo menos **neutro**, que lamentablemente no siempre es posible de alcanzar, en especial en ausencia de **ejercicio**. La **inactividad** provoca **catabolismo muscular** y aumenta la **pérdida urinaria de N** incluso en personas sanas, lo que resalta la importancia de la **fisioterapia** en estos pacientes. Además, **niveles elevados de ingesta proteica** dan lugar a **mayor excreción de N**, lo que hace necesario **ajustar el aporte proteico al objetivo**.



6. INDICADORES BIOQUÍMICOS DE ESTADO NUTRICIONAL: (Frecuencia: semanal)

La **concentración plasmática de proteínas viscerales** puede reflejar más la severidad de la injuria que el estado nutricional, y su compromiso en el paciente quemado no depende sólo del estado y soporte nutricional, sino también de la extensión de la quemadura. Las **proteínas viscerales** utilizadas habitualmente para valorar estado nutricional son: **albúmina, transferrina, prealbúmina y proteína transportadora de retinol**; las 2 últimas correlacionan mejor con el **balance nitrogenado**.²³

La **albúmina** no es un buen **marcador del estado nutricional** en pacientes críticos dada su **larga vida media** y a la alteración de su **concentración plasmática** por infecciones, pérdida al espacio extracelular o por orina, deshidratación, trauma y administración exógena. La **hipoalbuminemia** es un **indicador inespecífico de severidad de enfermedad** y un **predictor de mayor morbimortalidad**. Es más común y marcada en **quemados** que en otros pacientes críticos, pero la evidencia muestra que los niños quemados toleran **albuminemias <2g%** con adecuada curación de heridas, y que la **administración exógena de albúmina** como suplemento nutricional para corregir los niveles séricos o mejorar presión oncótica y/o edema no tiene impacto sobre los resultados nutricionales ni el pronóstico, por lo que está desaconsejada.¹² (ver **GAP 2009, ACT. 2016: USO DE ALBÚMINA**)⁵¹

En cambio, la **prealbúmina** tiene **vida media** más corta (**48 hs**) y menor volumen de distribución, por lo que es más **sensible a cambios en el estado nutricional**, pudiendo variar sus valores en menos de **7 días** a consecuencia de cambios de aporte energético y proteico. Su **valor normal** es de **20-40 mg/dl**, con un **descenso máximo** entre **6-8 días** postinjuría; la **persistencia en niveles bajos** en los **días 14-17** de la quemadura está asociada a mayor **riesgo de muerte**.

La **prealbúmina** está inversamente relacionada a la **Proteína C Reactiva (PCR)**. Una **prealbúmina** que persiste **baja** con **PCR normal** es signo de **deficiencia energética o proteica**. Cuando la **ingesta** es **adecuada**, ocurre un **aumento gradual de la prealbúmina** a medida que la **PCR** **desciende** indicando el retorno al anabolismo y prediciendo la curación de las heridas y viabilidad del injerto.

La **interpretación de proteínas viscerales** depende de la **fase de la injuria** en relación al nivel de **stress**: por tratarse de **reactantes negativos de fase aguda**, su síntesis está disminuida durante la inflamación severa. Su medición aislada tiene poco valor en la valoración nutricional inicial, pero las **mediciones seriadas de prealbúmina con PCR** correlacionan razonablemente con el **balance N** y pueden ser útiles como **monitoreo de respuesta al soporte nutricional**.²³ En la **TABLA 1** se muestra la interpretación y manejo de las distintas **combinaciones de N urinario y dosaje de proteínas**.

TABLA 1 : INTERPRETACIÓN DE LOS INDICADORES BIOQUÍMICOS (Modificado de¹¹)

OBJETIVOS DE ENERGÍA Y PROTEÍNAS	PRE-ALBÚMINA	PCR	N URINARIO	INTERPRETACIÓN	CONDUCTA
ALCANZADOS	BAJA	ALTA	ALTO	Persiste el estado inflamatorio. La prealbúmina <u>no</u> refleja el estado nutricional. N urinario alto por catabolismo muscular.	Mantener aporte proteico 1.5 veces el N urinario sin exceder 2-3g/kg/ día según edad.
NO ALCANZADOS	BAJA	BAJA	ALTO O BAJO	Aporte inadecuado. Limita la síntesis de proteínas viscerales a pesar del descenso de inflamación. N urinario alto por persistencia de catabolismo muscular y falta de aporte adecuado.	Valorar y resolver limitantes para alcanzar objetivos de energía y proteínas.
POR ENCIMA DE LA META	ALTA	BAJA	ALTO	Excesivo aporte de proteínas lleva a > síntesis de urea y eliminación por orina. Se ha recuperado anabolismo.	Ajustar aporte al objetivo.



7. COMPOSICIÓN CORPORAL: (Frecuencia: semanal)

Es la medición de diferentes compartimentos corporales. El **"gold standard"** de referencia para determinar **masa magra** es el conteo del **potasio corporal total**, que es un método difícil y costoso sólo usado en estudios experimentales. En cambio, la **"Dual-Energy X-ray Absorptiometry" (DEXA)**, específicamente diseñada para medir **masa magra en niños**, es un método rápido y económico con **radiación 100 veces menor a una radiografía de tórax**. Como existe **alta correlación ($r^2 = 0.9$)** entre ambos métodos en **niños con quemaduras >40%** desde el **alta hasta 24 meses de la injuria**, el **DEXA** es el método ideal para monitorear **composición corporal** en estos pacientes.²⁴

Métodos más sencillos como **pliegues cutáneos** y **perímetro de brazo** no pueden realizarse en quemados por la limitación propia de la patología. La excepción es el **índice creatinina/talla**, sencillo de calcular con la determinación de **creatinina urinaria de 24 hs**. La **creatinina urinaria diaria** refleja la **masa muscular**, pero es afectada por el ejercicio extremo, el consumo de proteína de origen animal, infecciones y función renal, por lo que sólo puede utilizarse en pacientes con **función renal normal** y **sin infección**. A pesar de estas limitaciones, se ha sugerido su utilidad en la **valoración del estado proteico** al representar la magnitud de la **masa magra o muscular**. Se expresa como **% de la referencia de creatinina urinaria para determinada talla**:

$$\text{Índice Creatinina-Talla:} \quad \text{Creatinina/talla} = \frac{\text{creatinina de 24 hs del paciente}}{\text{creatinina urinaria ideal para la talla}} \times 100$$

Su uso es controvertido (existe sólo una publicación de determinación del índice en niños y adolescentes sanos)²⁵, pero se podría asumir que un **índice creatinina/talla 60-80% del ideal** representa un **déficit moderado de masa magra o muscular**, y **<60%** indicaría **déficit severo**. Como es una medida dinámica, su medición seriada es útil para **monitoreo de la intervención nutricional**.

B. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA

La **TMR** es la cantidad de energía requerida para mantener el funcionamiento fisiológico basal normal. Representa el **70% del gasto energético total**. Su medición es útil para estimar en forma precisa los requerimientos energéticos, evitando tanto la **sub-alimentación** (con pérdida de masa magra y mayor déficit de nutrientes) como la **sobre-alimentación** (con aumento de peso a expensas de depósito de masa grasa).¹² (ver **MEDICIÓN DE TMR O REE EN INDICADORES CLÍNICOS DE ESTADO NUTRICIONAL**)

C. REQUERIMIENTOS DE MACRONUTRIENTES

En los pacientes **quemados pediátricos graves** la **alimentación rica en hidratos de carbono con aporte proteico adecuado y reducida en grasas** estimula la **síntesis proteica** y mejora la **masa magra**.¹²

1. HIDRATOS DE CARBONO:

Son la fuente más importante de **energía** para preservar **masa magra** (ahorradores de proteínas), pero hay límites en la **carga de glucosa** que un paciente quemado puede metabolizar.¹⁶ El **exceso de administración de glucosa** resulta en **hiperglucemia**, aumento de la producción de CO₂, hígado graso y alteración de la función hepática e inmunológica, con aumento del riesgo de infecciones y sepsis.¹



Se recomienda para **alimentación enteral** un aporte de **55-60% de energía** como **carbohidratos**, y en **alimentación parenteral** no superar **flujo EV de glucosa** de **5 mg/kg/min a 7 mg/kg/min** en **niños y adolescentes** teniendo en cuenta los límites fisiológicos de tolerancia a la glucosa.²⁰

La **infusión de insulina** otorga beneficios clínicos, pero existe riesgo de **hipoglucemia**, asociado a aumento de **morbimortalidad** en **niños quemados**.²⁶ Si bien actualmente existe controversia sobre el límite tolerado de glucemia a partir del cual se requiere iniciar tratamiento con **insulina**, en la práctica iniciamos **insulinoterapia** con **glucemia >200 mg%** sostenido por lo menos en **2 controles** consecutivos con intervalo de **1 hora**.²⁷

2. PROTEÍNAS:

Como se ha descripto, inmediatamente después de la quemadura se produce salida de gran cantidad de **aminoácidos** del músculo esquelético²⁸ a fin de aumentar su disponibilidad para reparación de tejidos²⁹, producción de proteínas de fase aguda, inmunidad celular y gluconeogénesis para energía. Asimismo, aumenta el requerimiento de **aminoácidos** por el incremento del **50%** en su oxidación comparado con sujetos sanos en ayunas, y para reponer pérdidas de N. **Durante la etapa crítica en pacientes quemados graves, el músculo es sacrificado para la reparación de las heridas.** La magnitud de la injuria y el estado inflamatorio son los mayores contribuyentes a la **pérdida de masa magra**. El retraso en el tratamiento y la sepsis aumentan el **catabolismo proteico**.

El **objetivo** primordial del **soporte nutricional** es evitar la salida de proteínas del músculo esquelético y maximizar la síntesis proteica; el **aporte de N** es crucial para proteger la **masa magra**. De este modo se incrementa la síntesis proteica por estímulo insulínico aunque no sea posible evitar totalmente el catabolismo muscular. La **ingesta deficiente** genera inadecuado cierre de heridas, altera la inmunidad y la función muscular. Por el contrario, un **aporte excesivo** que supera la capacidad del *pool* de proteínas corporales incrementa la producción de urea sin mejoría de masa magra.

Se recomienda un **aporte proteico** de **1.5 a 2g/kg/día** para **adultos (y adolescentes post-puberales)** y de **3g/kg/día** para **niños**.²⁰

La **relación entre aporte energético y proteico** necesario varía según diferentes situaciones nutricionales. En el **paciente crítico**, la pérdida de N inmediatamente postinjurado está más aumentada que el gasto energético, por lo que la **necesidad de energía en relación al aporte proteico** disminuye en comparación a la relación de un **sujeto sano (130-170 : 1)**.³⁰ Por lo tanto, se recomienda mantener una relación de **calorías no proteicas a N de 100:1** para obtener **balance nitrogenado positivo (1 a 3)**.¹ **No** existe evidencia a favor de enriquecer el **aporte proteico** con **aminoácidos de cadena ramificada**.¹²

3. GRASAS:

Inmediatamente después de la quemadura hay un incremento en la lipólisis y de la oxidación hepática. Sin embargo, sólo el **30% de los ácidos grasos libres** disponibles es oxidado, mientras que el resto es reesterificado y depositado potencialmente en el hígado.¹⁶ Es importante remarcar que existe un mínimo aporte de grasa necesario sin el cual se produce deficiencia de ácidos grasos esenciales.

Se recomienda administrar pequeñas cantidades de **lípidos** para evitar déficit de ácidos grasos esenciales. **No** aportar más de **35% de la energía como lípidos**.²⁰



4. INMUNONUTRICIÓN:

La **glutamina** es esencial en el **quemado**; es usada por enterocitos, linfocitos, macrófagos y neutrófilos, y cumple un rol importante en mantener la integridad y permeabilidad intestinal, disminuyendo la translocación bacteriana y la incidencia de sepsis por *Gram* negativos.³¹

Un metanálisis reciente de 11 ECAs sobre eficacia de la suplementación enteral con glutamina en adultos críticos (incluyendo quemados) no encontró beneficios sobre mortalidad ni complicaciones infecciosas (los 2 grandes ECAs multicéntricos incluidos, el REDOX y el MetaPlus, tuvieron > mortalidad en la rama suplementada). Si bien los ECA en quemados son pequeños, en este subgrupo la glutamina se asoció con < mortalidad (RR: 0.19, IC95%: 0.06-0.67; p = 0.01), y menos días de internación (-9.1, IC95%: -3.2 a -15; p = 0.002).³²

Una revisión sistemática Cochrane reciente sobre inmunonutrición en quemados coincide con estos resultados, aunque los asume como falsos positivos y plantea esperar más evidencia de grandes ECA para recomendarla.³³

Está en curso un ECA de suplementación con glutamina en quemados severos (**RE-ENERGYZE STUDY, NCT00985205**) cuyos resultados pendientes podrían definir su indicación en pacientes críticos. Aunque no existe suficiente evidencia que lo justifique, algunas guías recomiendan la **suplementación con glutamina**¹¹⁻²⁰. Como la **glutamina** participa en el metabolismo ácido-base, y es transformada en amonio, está **contraindicada** en fallo multiorgánico, *shock* e insuficiencia hepática.³⁴ Tampoco existe evidencia que sustente la indicación de **arginina** ni de **omega 3** como inmunomodulador.²⁰

D. REQUERIMIENTOS DE MICRONUTRIENTES

La eliminación de **micronutrientes** por pérdidas urinarias y exudativas, la alteración en la absorción y distribución, y la disminución de la concentración de proteínas transportadoras, podrían llevar a **deficiencias de micronutrientes**. Además, el *stress* oxidativo intenso contribuye a la depleción de **antioxidantes endógenos** dependientes de los micronutrientes. El **déficit de micronutrientes** suele evidenciarse al final del **1º mes post-injuria**, con retraso en la cicatrización de heridas e infecciones.²⁰

Los **elementos traza** como **cobre, selenio y zinc**, son eliminados en grandes cantidades por pérdidas exudativas hasta que las heridas cicatrizan. La **deficiencia de cobre** se asocia además al uso de **sulfadiazina de plata** que antagoniza las acciones del **cobre** y reduce aún más su concentración sérica. Se han descrito aumento de **aluminio** (con probable origen en el tratamiento de la quemadura), valores normales de **tiamina, riovflavina y piridoxina (complejo B)**, y dosajes bajos de **vitaminas A, E y C**. Todos mejoraron con **suplementación enteral**. El déficit severo y persistente de **vitamina D** en quemados graves es de etiología multifactorial (*stress*, reabsorción ósea por respuesta inflamatoria, alteración en la síntesis por falta de exposición solar, hipoalbuminemia e imprecisión de su determinación bioquímica por descenso de su proteína transportadora); su **suplementación con 400 U/día** no suele normalizar sus valores plasmáticos ni mejora la densidad mineral ósea.³⁵

Hemos medido las concentraciones plasmáticas de vitaminas A, E, D, zinc y cobre en niños quemados graves con periodicidad semanal. Encontramos que al ingreso todas las determinaciones están por debajo del valor normal, mejorando entre 3 y 6 semanas de internación, con excepción de la vitamina A que se normaliza antes e incluso con valores mayores al rango normal; mientras que la vitamina D no se normaliza, situación observada también durante el seguimiento ambulatorio. Cabe aclarar que los pacientes reciben suplementación con polivitamínicos desde que inician tolerancia enteral o en la NPT (si recibe alimentación mixta no indicamos suplementación de micronutrientes enteral simultánea). (Datos propios no publicados).



Según algunos autores, la mayoría de los pacientes alcanzan el **requerimiento de micronutrientes** por medio de su **alimentación** estándar, por lo que no requerirían **suplementación**.¹¹ Sin embargo, otras recomendaciones hacen hincapié en el **aumento de requerimientos** sugiriendo mantener **aporte elevado de micronutrientes** por **15 días** en quemados con %SCQ de **40-60%** y **1 mes** con **>60%** de SCQ.¹²⁻²⁰ (ver **TABLA 2: RECOMENDACIONES DE MICRONUTRIENTES**)

La competencia en la absorción entre **cobre y zinc** hace que las dosis administradas por **vía oral** sean ineficientes. Como las **cremas** que se utilizan tiene alto contenido de **vitamina A**, en nuestra experiencia no es necesario agregar otra suplementación de esta vitamina además del polivitamínico. Para facilitar la **suplementación**, sugerimos analizar la composición de los **polivitamínicos disponibles en el mercado** y adoptar el que más se asemeje en su composición a los requerimientos diarios. En la **TABLA 2** se observan las **recomendaciones de micronutrientes**.

TABLA 2 : RECOMENDACIONES DE MICRONUTRIENTES (adaptado de ¹⁶)

EDAD (años)	A (UI)	D (UI)	E (UI)	C (mg)	K (mcg)	Folato (mcg)	Cu (mg)	Fe (mg)	Se (mcg)	Zinc (mg)
0-13	2500 - 5000	600	6-16	250-500	2-60	1.000	0.8-2.8	0.3-8	60-140	12.5-25
> 13	10000	600	23	1000	75-120	1.000	4	8-18	300-500	25-40

E. ESTRATEGIAS PARA EL SOPORTE NUTRICIONAL ¹¹

Se recomienda iniciar **alimentación enteral precoz** antes de las **48 hs post-quemadura**¹² y alcanzar el **aporte calculado** entre **72 hs** y **7º día de injuria** por **vía enteral o parenteral** o una combinación de ambas (**alimentación mixta**).¹⁻³⁶ La **alimentación parenteral** se reserva para **contraindicaciones de la vía enteral** o **imposibilidad de alcanzar el objetivo energético**.²⁰ (ver **FIGURA 1: ALGORITMO DE SOPORTE NUTRICIONAL EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON QUEMADURAS GRAVES**)

1. ALIMENTACIÓN POR VÍA ENTERAL:

La **vía de elección** es la **enteral** por sus múltiples **beneficios**. La **alimentación enteral (AE) temprana** (antes de las **48 hs post-quemadura**) modula los niveles de catecolaminas y factores inflamatorios, protege la integridad de la mucosa intestinal, disminuye la translocación bacteriana, mantiene el flujo esplácnico, tiene menos riesgo de infecciones, es más fisiológica y menos costosa que la alimentación parenteral, y es bien tolerada en la mayoría de los pacientes quemados. La evidencia indica que siempre que la función gastrointestinal lo permita conviene utilizar la **vía enteral**.¹⁻¹¹⁻¹⁷⁻²³⁻³⁷

Los líquidos de resucitación provocan edema incluso en la mucosa intestinal, contribuyendo al desarrollo de **íleo paralítico** si el tracto gastrointestinal no es usado rápidamente. Los pacientes que requieren **resucitación agresiva de fluidos** presentan riesgo de **necrosis intestinal** por pobre perfusión esplácnica.¹¹ Por este motivo, es necesario valorar clínicamente la **ausencia de íleo** y la **inestabilidad hemodinámica y/o requerimiento de altas dosis de inotrópicos** (norepinefrina o epinefrina **> 0.3 µg/kg/min**) al momento de definir la posibilidad de iniciar **AE temprana**¹¹



A pesar de que existe cierto consenso en indicar **inicio del aporte enteral** antes de las **24 hs**, no existe suficiente evidencia que muestre beneficios del inicio antes versus después de las **24 hs**.

*Una revisión COCHRANE (2014) en pacientes pediátricos quemados >25% no encontró diferencias evolutivas significativas comparando inicio de alimentación antes o después de las 24 hs.*³⁸

La **fórmula** considerada como **1ª elección** es la **polimérica sin lactosa**. En caso de **intolerancia digestiva (diarrea)** se sugiere rotar a **fórmula con proteína hidrolizada**.

En primer lugar, se opta por **alimentación nasogástrica**; si existe **intolerancia digestiva alta por fleo gástrico (vómitos)** se sugiere colocar **sonda transpilórica**.

a. Sonda nasogástrica (SNG):

- **Ventajas:** Bien tolerada. Actúa como profiláctica de úlcera gástrica.
- **Desventaja:** Se suspende por ayunos prequirúrgicos.

b. Sonda Transpilórica (STP):

- **Ventajas:** Disminuye riesgo de aspiración. Disminuye ayunos.
- **Desventajas:** Aumenta el riesgo de diarrea.
- Se sugiere indicar **protectores gástricos**.
- Mantener **fórmula polimérica sin lactosa** en **>4 años**, rotar a **fórmula con proteína hidrolizada** para optimizar absorción en menores de esa edad.

Las **barreras para alcanzar el aporte nutricional óptimo** son: intolerancia, ayunos por procedimientos, problemas con la sonda, valoración tardía o imprecisa de los requerimientos nutricionales, restricción de líquidos, requerimiento de drogas vasoactivas, relajantes musculares.³⁹

*Un estudio observacional multicéntrico reciente en adultos quemados ventilados registró una prevalencia de interrupción de la alimentación enteral del 57%, con una duración promedio de 3.4 hs/día en los alimentados con SNG y de 1.7 hs/día por STP, llevando a déficit calórico y proteico.*⁴⁰

El **monitoreo durante el soporte enteral** es el ya descrito (medición o cálculo de la TMR para traducir requerimiento energético en volumen y distribución de macronutrientes de la fórmula enteral, balance energético y proteico, determinación de indicadores bioquímicos, etc.).

El **descenso del aporte enteral** puede iniciarse cuando se constate que el **aporte por vía oral** alcanza el **70% de los objetivos energético y proteico**.

2. ALIMENTACIÓN POR VÍA PARENTERAL:¹¹

Se recomienda iniciar **nutrición parenteral total (NPT)** ante **ayuno persistente al 5º día** de evolución o **falla en alcanzar el 70% del objetivo energético a las 72 hs** de iniciado el aporte enteral. Las guías **ESPEN**²⁰ y del **SHRINERS HOSPITAL FOR CHILDREN (BOSTON)**³⁶ recomiendan NPT sólo en caso de **contraindicación o falla de la AE**¹⁶, y **no** superar la **tasa máxima de oxidación de glucosa en niños (5-7 mg/kg/min, ver HIDRATOS DE CARBONO)**. Así la NPT es **segura** y no aumenta la morbilidad.

*Luego de estudios iniciales en los que se encontró mayor mortalidad en adultos quemados con NPT, un estudio en niños con quemaduras >30% no objetivó diferencias de morbilidad entre pacientes con nutrición mixta (enteral y parenteral) versus enteral exclusiva.*³⁶



Se indica el mismo **aporte proteico** que por vía enteral (**2.5-3 g/kg/día**). La alta concentración proteica en la solución parenteral permite alcanzar el aporte sin volumen excesivo.³⁶

Los **lípidos EV** tienen alta propensión al reciclado de **ácidos grasos y triglicéridos (TG)** durante la inflamación y serían menos ahorradores de proteínas que la glucosa. Sin embargo, a la **semana de NPT exclusiva** es imprescindible suplementar con **lípidos a 0.5 g/kg/día en goteo de 12 hs**. El **objetivo** es alcanzar **1-1.5 g/kg/día** para proveer ácidos grasos esenciales y energía, con **monitoreo de TG** para valorar **tolerancia** (descender aporte con **TG > 250 mg%**).³⁶ Se recomienda administrar con **precaución** en pacientes con **plaquetopenia** por interferencia en la función plaquetaria.

Comúnmente no es posible administrar los **requerimientos energéticos** calculados por **vía parenteral**. Sin embargo, cuando el **aporte proteico** es mantenido en el **objetivo**, puede alcanzarse buena evolución con mínima pérdida de peso. Es importante revalorar la **tolerancia enteral** diariamente para ir progresando la **AE** y disminuyendo proporcionalmente la **NPT**. Puede iniciarse el **descenso del aporte enteral** cuando **aporte oral** alcance el **70% de los objetivos energético y proteico**.

El **monitoreo** recomendado es el mismo que para alimentación enteral, con el agregado de valoración del **medio interno diariamente**; **Ca-P-Mg bisemanal**; **coagulograma y hemograma semanales**.

SÍNTESIS DE LAS RECOMENDACIONES DE SOPORTE NUTRICIONAL EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON QUEMADURAS GRAVES (SCQ ≥ 30%) (Ver ALGORITMO FIGURA 1)

1. *Luego de la resucitación inicial a las 24-48 hs valorar la posibilidad de iniciar AE temprana.*
2. *Contraindicar AE en pacientes con alteración de la perfusión intestinal: débito biliar o íleo; inestabilidad hemodinámica y/o altas dosis de norepinefrina o epinefrina (> 0.3 µg/kg/min)*
3. *Considerar como de 1ª elección siempre la vía enteral por SNG.*
4. *Adecuar composición de la fórmula administrada a la edad:*
 - *> 1 año: fórmula polimérica, aminoácidos 4g%, sin lactosa, 1 cal/ml. Iniciar AE a 10 ml/hora y progresar según algoritmo.*
 - *< 1 año : fórmula polimérica, aminoácidos 2.4 g%, sin lactosa, 0.74 cal/ml. Iniciar AE a 5 ml/h y progresar según algoritmo. Tolerado el volumen objetivo, aumentar concentración al 20%.*
5. *Si a las 72 hs de iniciada la AE se alcanza la meta de volumen objetivo, mantener el aporte. Si no se logra, intentar resolver los problemas que generan limitaciones al aporte.*
6. *En pacientes que no toleran la AE por vómitos, colocar STP. Iniciar goteo a 10 ml/h y aumentar 10 ml/h cada 4 hs según tolerancia. Utilizar la misma fórmula en >4 años, y fórmula hidrolizada en <4 años. Rotar a hidrolizada en >4 años sin tolerancia.*
7. *Si la intolerancia se manifiesta como distensión abdominal y/o diarrea >24 hs de duración, suspender transitoriamente AE y re-evaluar a las 4 hs.*
8. *Indicar NPT sólo si:*
 - *al 5º día post-quemadura persisten contraindicaciones de AE*
 - *a las 72 hs del inicio de la AE tolera < 70% del objetivo y no se resuelven limitaciones al aporte*
 - *persiste intolerancia a pesar de rotar a STP, modificar fórmula o suspender transitoriamente AE*
9. *Iniciar la NPT sin lípidos, con flujo máximo de glucosa de 5-7mg/kg/min y aminoácidos a 30 g/l.*
10. *A los 7 días de NPT exclusiva: agregar lípidos a 0.5 g/kg/día y aumentar a 1 g/kg/día a las 24 hs si TG < 250.*
11. *Revalorar tolerancia enteral diariamente para ir disminuyendo NPT a medida que progresa la AE.*
12. *Iniciar descenso del aporte enteral puede cuando aporte oral alcance el 70% de los objetivos energético y proteico.*



F. ESTRATEGIAS FARMACOLÓGICAS PARA PRESERVACIÓN DE MASA MAGRA ²⁰

En grandes quemados, aumenta más el **catabolismo proteico (83%)** que la **síntesis (50%)**, llevando a **balance proteico neto negativo**. A los **12 meses de la injuria**, con el retorno a la **TM normal**, se inicia la **ganancia de masa magra**, que recién alcanza **niveles normales a 3 años post-injuria** por disturbios en la **hormona de crecimiento (GH)**, **reducción de sensibilidad a la insulina** e **inflamación**. ⁴¹

Existen **medidas farmacológicas** y **no farmacológicas** para atenuar la respuesta hipermetabólica y reducir la erosión de masa magra. Las **no farmacológicas** ya se han mencionado: **escisión precoz** y **cierre de heridas**, **vigilancia** y **tratamiento rápido de la sepsis**, **comienzo temprano de la AE** rica en **carbohidratos** y **proteínas**, **elevación de la temperatura ambiente**, y **programa de ejercicio físico**.

Entre las **medidas farmacológicas** se destacan los **beta-bloqueantes** y los **derivados esteroideos anabólicos**. ¹² Los **beta-bloqueantes no selectivos** como **propranolol**, a **dosis** necesaria para descender la **frecuencia cardíaca** en un **20%**, disminuyen el hipermetabolismo e hipermetabolismo por bloqueo del estímulo adrenérgico y estimulan la síntesis proteica. La **oxandrolona** (análogo sintético de la testosterona con menor efecto virilizante) reduce la pérdida de N y aumenta la síntesis proteica en niños quemados en forma aguda. A largo plazo, con **ejercicio** e ingesta proteica y energética adecuadas, mejora la **masa magra** y **mineral ósea** hasta los **5 años postinjuria**. La **GH** tiene **efecto anabólico** pero aumentó la **mortalidad** en **adultos** y está **contraindicada en sepsis e infecciones**, por lo que no está en uso en **niños** y continúa en etapa de investigación. ⁴²

G. SEGUIMIENTO AL ALTA

Aunque no es objetivo central de esta guía, merecen resaltarse algunas consideraciones acerca del **seguimiento nutricional al alta** de este grupo de pacientes. Al **egreso hospitalario** es necesario mantener **aportes energético y proteico** adecuados para permitir retomar el **crecimiento** que cesó durante la etapa crítica y permanece alterado en los primeros meses post-injuria severa.

*En un estudio reciente se objetivó que la **síntesis y catabolismo proteicos** persisten aumentados incluso al año de la quemadura, llevando a **balance proteico negativo** aún en esta etapa.* ⁴³

*En **pacientes pediátricos con > 51% de SCQ** la **síntesis proteica** permaneció **elevada 12 meses post-injuria**; este efecto fue **menor en sexo masculino**, **> 3 años de edad** y con **quemaduras > 80%**.* ⁴⁴

*En una **revisión retrospectiva de 159 pacientes < 13 años con SCQ > 30%**, el **score Z de talla/edad** fue menor al de la admisión hasta **5 años post-injuria**, mientras que el **peso/edad** fue normal, evidenciando **desaceleración del crecimiento inmediatamente luego de la injuria severa**.* ⁴⁵

*Con respecto a la presencia de **complicaciones en el metabolismo hidrocarbonado**, la **resistencia a la insulina** medida en **24 niños con > 40% de SCQ al alta** fue mayor que en sujetos sanos.* ⁴⁶

*La **anormal sensibilidad a la insulina** persiste hasta **3 años post-injuria** como fue objetivado con **test de sobrecarga a la glucosa** en **194 quemados a la admisión** y a los **36 meses comparado contra 94 sujetos sanos**.* ⁴⁷

La **resistencia a la insulina** sería mediada por citoquinas inflamatorias, hormonas de *stress* e hipermetabolismo ⁴⁸. Su **persistencia** predispone a **diabetes tipo 2** y **enfermedad cardiovascular**, con un rol fundamental de la alteración en la distribución de la masa grasa post-injuria.

*Se encontró **disminución de la masa grasa total y subcutánea periférica** a los **6 meses de la quemadura** en **niños con > 30% de SCQ**, con una **correlación negativa entre %SCQ y masa grasa periférica**.* ⁴⁹



Otra consecuencia a largo plazo es el **riesgo de fracturas por déficit de calcio y vitamina D** por incapacidad de sintetizar cantidad suficiente, dada la restricción a la exposición solar de la piel.

*En un estudio transversal en niños las biopsias a 5 años de la quemadura mostraron descenso persistente de la formación de hueso en > 50%, con disminución de la densidad ósea lumbar y de la masa ósea máxima.*⁵⁰

Por las **complicaciones a largo plazo** expuestas, se sugiere continuar con **seguimiento clínico y nutricional** para mantener adecuado **aporte energético, proteico y de micronutrientes**, y detectar la aparición de **complicaciones metabólicas secundarias**.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Atiyeh BS, Gunn SWA, Dibo SA. Nutritional and pharmacological modulation of the metabolic response of severely burned patients: review of the literature. Part 1. *Annals Burns Fire Dis.* 2008; 21 (2): 63-72.
- 2 Kraft R, Kulp GA, Herndon DN, Emdad F, Williams FN, Hawkins HK, Leonard KR, Jeschke MG. Is there a difference in clinical outcomes, inflammation and hypermetabolism between scald and flame burn? *Pediatr. Crit. Care Med.* 2011; 12 (6): e275-281.
- 3 Przkora R, Fram RY, Herndon DN, Suman OE, Mlcak RP. Influence of inhalation injury on energy expenditure in severely burned children. *Burns* 2014; 40: 1487-1491.
- 4 Jeschke MG, Mlcak RP, Finnerty CC, Norbury WB, Gauglitz GG, Kulp GA, Herndon DN. Burn size determines the inflammatory and hypermetabolic response. *Crit. Care* 2007; 11 (4): R90.
- 5 Jeschke GM, Gauglitz GG, Finnerty CC, Kraft R, Mlcak R, Herndon D. Survivors versus non-survivors postburn: differences in inflammatory and hypermetabolic trajectories. *Ann. Surg.* 2014; 259 (4): 814-823.
- 6 Kraft R, Herndon D, Finnerty C, Shahrokhi S, Jeschke M. Occurrence of multiorgan dysfunction in pediatric burn patients-incidence and clinical outcome. *Ann. Surg.* 2014; 259 (2): 381-387.
- 7 Porter C, Herndon DN, Sidossis LS, Borsheim E. The impact of severe burn injury on skeletal muscle mitochondrial function. *Burns* 2013; 39 (6): 1039-1047.
- 8 Porter C, Herndon DN, Borsheim E, Chao T, Reidy PT, Borack MS, Blake B, Rasmussen BB, Chondronikola M, Saraf MK, Sidossis LS. Uncoupled skeletal muscle mitochondria contribute to hypermetabolism in severely burned adults. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab* 2014; 307 (5): e462-467.
- 9 Jeschke MG, Chinkes DL, Finnerty CC, Kulp G, Suman OE, Norbury WB, Branski LK, Gauglitz GG, Mlcak RP, Herndon DN. The pathophysiologic response to severe burn injury. *Ann. Surg.* 2008; 248 (3): 387-401.
- 10 Jeschke MG, Norbury WB, Finnerty CC, Mlcak RP, Kulp GA, Branski LK, Gauglitz GG, Herndon B, Swick A, Herndon DN. Age differences in inflammatory and hypermetabolic postburn responses. *Pediatrics* 2008; 121 (3): 497-507.
- 11 Prelack K, Dylewski M, Sheridan RL. Practical guidelines for nutritional management of burn injury and recovery. *Burns* 2007; 33: 14-24.
- 12 Saffle J, Graves C. Soporte nutricional de paciente quemado. En: Herndon D. *Tratamiento integral de las quemaduras. Tercera Edición. Cap. 21; pág. 263. Ed. Masson. 2009.*
- 13 Dylewski MG, Prelack K, Weber JM, Keaney T, Ryan CM, Sheridan RL, Fagan SP. Malnutrition among pediatric burn patients: A consequence of delayed admissions. *Burns* 2010; 36: 1185-1189.
- 14 Hart DW, Wolf SE, Chinkes DL, Gore DC, Mlcak RP, Beauford RB et al. Determinants of skeletal muscle catabolism after severe burn. *Ann. Surg.* 2000; 232 (4): 455-465.



- 15 Sion-Sarid R, Cohen J, Houry Z, Singer P. Indirect calorimetry: a guide for optimizing nutritional support in the critically ill child. *Nutrition* 2013; 29: 1094-1099.
- 16 Rodriguez NA, Jeschke MG, Williams FG, Kamolz LP, Herndon DN. Nutrition in Burns: Galveston Contributions. *JPEN* 2011; 35 (6): 704-714.
- 17 Mendonça Machado N, Gragnani A, Masako Ferreira M. Burns, Metabolism and nutritional requirements. *Nutr. Hosp.* 2011; 26 (4); 692-700.
- 18 Rivero HG, Lee JO, Herndon DN, Mecott GA, Kulp GA, Kraft R, Brooks NC, Diblidox-Gonzalez M, Hawkins HK, Jeschke MG. The role of acute pancreatitis in pediatric burn patients. *Burns* 2011; 37 (1): 82-85.
- 19 Mehta NM, Compher C and ASPEN Board of Directors. ASPEN Clinical Guidelines: Nutrition support of the critically ill child. *JPEN* 2009; 33: 260-276.
- 20 Rousseau AF, Losser MR, Ichai C, Berger MM. ESPEN endorsed recommendations: Nutritional therapy in mayor burns. *Clinical Nutrition* 2013; 32: 497-502.
- 21 Hulst JM, van Goudoever J, Zimmermann LJ, Hop W, Buller H, Tibboel D, Joosten K. Adequate feeding and the usefulness of the respiratory quotient in critically ill children. *Nutrition* 2005; 21: 192-198.
- 22 Hildreth MA, Herndon DN, Desai MH, et al. Reassessing caloric requirements in pediatric burn patients. *J. Burn Care Rehab.* 1988; 9: 616-618.
- 23 Atiyeh BS, Gunn SWA, Dibo SA. Nutritional and pharmacological modulation of the metabolic response of severely burned patients: review of the literature. Part 3. *Annals Burns Fire Dis.* 2008; 21 (2): 175-181.
- 24 Branski LK, Norbury WB, Herndon DN, Chinkes DL, Cochran A, Suman O, Benjamin D, Jeschke MG. Measurement of body composition in burn children: is there a gold standard? *JPEN* 2010; 34: 55-62.
- 25 Remer T, Neubert A, Maser-Gluth C. Anthropometry-based reference values for 24-h urinary creatinine excretion during growth and their use in endocrine and nutritional research. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 75: 561-569.
- 26 Jeschke MG, Pinto R, Herndon DN, Finnerty CC, Kraft R. Hypoglycemia is associated with increased post-burn morbidity and mortality in pediatric patients. *Crit. Care Med.* 2014; 42 (5): 1221-1231.
- 27 Finnerty C, Ali A, McClean J, Benjamin N, Clayton R, Andersen C, Mcalk R, Suman O, Meyer W, Herndon D. Impact of stress-induced diabetes on outcomes in severely burned children. *J. Am. Coll. Surg.* 2014; 218 (4): 783-795.
- 28 Prelack K, Yu YM, Dylewsky M, Lydon M, Sheridan RL, Tompkins RG. The contribution of muscle to whole body protein turnover throughout the course of burn injury in children. *J. Burn Care Res.* 2010; 31 (6): 942-948.
- 29 Gore DC, Clinkes DL, Wolf SE, Sandford AP, Herndon DN, Wolf RR. Quantification of protein metabolism in vivo for skin, wound and muscle in severe burn patients. *JPEN* 2006; 30: 331-338.
- 30 Long CL, Schaffel N, Geiger JW, Schiller WR, Blakemore WS. Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN* 1979; 3 (6): 452-456.
- 31 Zhou YP, Jiang ZM, Sun YH, Wang XR, Ma EL, Wilmore D. The effect of supplemental enteral glutamine on plasma levels, gut function, and outcome in severe burns: a randomized, double-blind, controlled clinical trial. *JPEN* 2003; 27: 241-245.
- 32 Van Zanten A, Dhaliwal R, Garrel D, Heyland D. Enteral glutamine supplementation in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care* 2015; 19: 294-310.
- 33 Tan HB, Danilla S, Murray A, Serra R, El Dib R, Henderson TO, Wasiak J. Immunonutrition as an adjuvant therapy for burns. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2014; 12: CD 007174.



- 34 *Composition of Enteral Nutrition: Glutamine. Canadian Clinical Practice Guideline. Chapter 4.1c. May 2015. Disponible en: www.criticalcarenutrition.com*
- 35 Klein G, Herndon D, Chen T, Kulp G, Holick M. Standard multivitamin supplementation does not improve vitamin D insufficiency after burns. *J. Bone Miner. Metab.* 2009; 27 (4): 502-506.
- 36 Dylewski M, Bajer M, Prelack K, Weber J, Hursey D, Lydon M, Fagan S, Sheridan R. The safety and efficacy of parenteral nutrition among pediatric patients with burn injuries. *Pediatr. Crit. Care Med.* 2013 ; 14: e 120-125.
- 37 Chen Z, Wang S, Yu B, Li A. A comparison study between early enteral nutrition and parenteral nutrition in severe burn patients. *Burns* 2007; 33 (6): 708-712.
- 38 Joffe A, Anton N, Lequier L, Vandermeer B, Tjosvold L, Larsen B, Hartling L. Nutritional support for critically ill children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 6. Art. No.: CD005144.
- 39 Skillman HE, Mehta NM. Nutrition therapy in the critically ill child. *Curr. Opin. Crit. Care* 2012; 18: 192-198.
- 40 Czapran A, Headdon W, Dean AM, Lange KL, Chapman MJ, Heyland DK. International observational study of nutritional support in mechanically ventilated patients following burn injury. *Burns* 2015; 41: 510-518.
- 41 Diaz E, Herndon D, Porter C, Sidossis L, Suman O, Borsheim E. Effects of pharmacological interventions on muscle protein synthesis and breakdown in recovery from burns. *Burns* 2015; 41 (4): 649-657.
- 42 Jeschke MG, Herndon D. Burns in children: standard and new treatments. *Lancet* 2014; 383: 1168-1178.
- 43 Chao T, Herndon DN, Porter C, Chondronikola M, Chaidemenou A, Abdelrahman DR, Bohanon FJ, Andersen C, Sidossis LS. Skeletal muscle breakdown remains elevated in pediatric burn survivors up to one year post injury. *Shock* 2015; 44 (5): 379-401.
- 44 Diaz EC, Herndon DN, Lee J, Porter C, Cotter M, Suman OE, Sidossis LS, Borsheim E. Predictors of muscle protein synthesis after severe pediatric burns. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2015; 78 (4): 816-822.
- 45 Prelack K, Dwyer J, Dallal GE, Rand WM, Yu YM, Kehayias JJ, Antoon A, Sheridan RL. Growth deceleration and restoration after serious burn injury. *J. Burn Care Res.* 2007; 28 (2): 262-268.
- 46 Fram RY, Cree MG, Wolfe RR, Barr D, Herndon DN. Impaired glucose tolerance in pediatric burn patients at discharge from the acute hospital stay. *J. Burn Care Res.* 2010; 31 (5): 728-733.
- 47 Gauglitz GG, Herndon DN, Kulp GA, Meyer WJ, Jeschke MG. Abnormal insulin sensitivity persists up to 3 years in pediatric patients post-burn. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2009; 94 (5): 1656-1664.
- 48 Jeschke MG, Finnerty CC, Herndon DN, Song J, Boehning D, Tompkins RG, Baker HV, Gauglitz GG. Severe injury is associated with insulin resistance, endoplasmic reticulum stress response and unfolded protein response. *Ann. Surg.* 2012; 255 (2): 370-378.
- 49 Patel P, Sallam HS, Ali A, Chardalia M, Suman O, Finnerty CC, Herndon DN, Abate N. Changes in fat distribution in children following severe burn injury. *Metab. Syndr. Relat. Disord.* 2014; 12 (10): 523-526.
- 50 Klein G, Przkora R, Herndon D. Efectos de las quemaduras sobre el metabolismo óseo y mineral. En: Herndon D. *Tratamiento integral de las quemaduras. Tercera Edición. Cap. 19; pág. 251. Ed. Masson. 2009.*
- 51 Demirdjian G. GAP 2009: Uso de Albúmina. Actualización 2016. Disponible en: <http://www.garrahan.gov.ar/listado-de-guias/guias-de-atencion-pediatrica/listado-de-guias>