



Análisis de las fórmulas de requerimiento calórico en pacientes quemados

Analysis of caloric requirement formulas in burned patients

Análise das fórmulas de requerimento calórico em pacientes queimados

Marco Antonio Garnica Escamilla,* Martín de Jesús Sánchez Zúñiga,* Elizabeth Morales Covarrubias,† Niyireth Loreny Novoa Santander,§ Inés Beatriz Pérez González,§ Ricardo Rubén Santiago Valdez,¶ Jesús Antonio Pacheco García,¶ Miriam Dennis Marín Cruz,|| Julieta Garnica Escamilla**

RESUMEN

Las quemaduras se caracterizan por desarrollar un estado hipercatabólico, por lo que los requerimientos energéticos en pacientes que cursan con esta patología son mucho mayores que los de cualquier otro. El método ideal para realizar el cálculo del suministro calórico es la calorimetría indirecta; sin embargo, es una herramienta que no se encuentra ampliamente distribuida, por lo que no todos los hospitales cuentan con dicho recurso, debido a esto surge la necesidad de buscar alternativas. Se han creado múltiples fórmulas basadas en la superficie corporal quemada, el tiempo que ha transcurrido posterior a la lesión, el peso de los pacientes, etc., en busca de encontrar la que tenga mayor precisión y se adapte mejor a las características de este tipo de pacientes; sin embargo, hasta el momento no se ha demostrado que ninguna tenga exactitud de 100%. El objetivo de este trabajo es describir cuáles son las fórmulas más empleadas en el cálculo nutricional del paciente quemado, realizar un análisis de cada una de ellas para valorar su efectividad y proponer una alternativa para el cálculo de los requerimientos nutricionales en los pacientes quemados graves.

Palabras clave: quemadura, requerimiento nutricional, metabolismo.

ABSTRACT

Burns are characterized by developing a hypercatabolic state, so the energy requirements in this type of pathology is much higher than those of any other patient. The ideal method to calculate the caloric supply is indirect calorimetry, however it is a tool that is not widely distributed, so not all hospitals have this resource, due to this the need to look for alternatives arises. Multiple formulas have been created based on the burned body surface area, the time that has elapsed after the injury, the weight of the patients, etc., in search of finding the one that has the greatest precision and best adapts to the characteristics of this type of patients, however so far none have been shown to be 100% accurate. The objective of this work is to describe which are the most used formulas in the nutritional calculation of the burned patient, to carry out an analysis of each one of them to assess their effectiveness and to propose an alternative for the calculation of the nutritional requirements in severely burned patients.

Keywords: burn injury, nutritional requirement, metabolism.

RESUMO

As queimaduras são caracterizadas por desenvolver um estado hipercatabólico, pelo que os requisitos energéticos em pacientes que cursam esta patologia são muito maiores que os de qualquer outro. O método ideal para realizar os cálculos do aporte calórico é a calorimetria indireta, mas é uma ferramenta que não se encontra amplamente distribuída, por isso que nem todos os hospitais contam com esse recurso, devido a isso surge a necessidade de buscar alternativas. Foram criadas múltiplas fórmulas baseadas na superfície corporal queimada, no tempo que transcorreu

posteriormente à lesão, no peso dos pacientes, etc., em busca de encontrar o que tenha maior precisão e se adaptar melhor às características deste tipo de pacientes, no entanto até este momento não se demonstrou que nenhuma tenha exatidão de 100%. O objetivo deste trabalho é descrever quais são as fórmulas mais empregadas no cálculo nutricional do paciente queimado, realizar uma análise de cada uma delas para valorizar sua eficácia e propor uma alternativa para o cálculo dos requisitos nutricionais dos pacientes queimados graves.

Palavras-chave: queimadura, necessidade nutricional, metabolismo.

Abreviaturas:

ASCQ = área de superficie corporal quemada.

CI = ingesta calórica.

EBEE = ecuación de Harris Benedict.

GEB = gasto energético basal.

SCQ = superficie corporal quemada.

INTRODUCCIÓN

Las quemaduras son un importante problema de salud, con alta morbilidad y mortalidad a nivel mundial, en México en 2013 el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica reportó 126,786 casos.¹

Los procesos fisiopatológicos que acompañan a las lesiones térmicas radican principalmente en el aumento de la demanda metabólica, lo cual traduce un elevado gasto energético en reposo. Los pacientes que sufren lesiones térmicas presentan un estado de hipermetabolismo e hipercatabolismo, el cual puede culminar en sarcopenia, y además predispone a desarrollar desnutrición grave, lo que los hace susceptibles a contraer infecciones, progresar a sepsis y disfunción multiorgánica con el consiguiente aumento en la mortalidad.^{2,3}

En pacientes quemados se estima que un metro cuadrado de piel quemada es causa de pérdida diaria de masa corporal magra de 20-25%, lo que ocasiona una disminución de 10% del peso corporal durante la primera semana, y en pacientes en quienes no se da una adecuada terapia nutricional, dicha pérdida es sustancialmente mayor.⁴

Por lo descrito anteriormente, no cabe duda de que la terapia nutricional es uno de los pilares más importantes del tratamiento de un paciente con quemaduras, por lo que debe iniciarse de forma temprana cumplien-

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra (LGII)», México.

† Hospital General Regional No. 2, El Marqués, Querétaro, México.

§ Hospital Regional «Gral. Ignacio Zaragoza», ISSSTE, México.

¶ Hospital General Regional No. 1, Querétaro, México.

|| Hospital General de Mexicali, México.

** Centro de Salud T-III, Carmen Serdán, SSA, México.

Recibido: 12/08/2022. Aceptado: 25/01/2023.

Citar como: Garnica EMA, Sánchez ZMJ, Morales CE, Novoa SNL, Pérez GIB, Santiago VRR et al. Análisis de las fórmulas de requerimiento calórico en pacientes quemados. Med Crit. 2023;37(3):246-250. <https://dx.doi.org/10.35366/111302>

www.medigraphic.com/medicinacritica

do los requerimientos necesarios para cada paciente, evitando la sobrealimentación o subalimentación debido a las complicaciones que pueden implicar.

La vía de elección para iniciar terapia nutricional en los pacientes quemados, al igual que en la mayoría de los pacientes críticamente enfermos, es la enteral, la *American Burn Association* recomienda iniciarla tan pronto como sea posible. Existen pocas contraindicaciones para su inicio, dentro de las cuales se pueden citar la hipertensión intraabdominal y el síndrome compartimental abdominal. En caso de presentarse estas situaciones, se debe considerar el inicio de nutrición parenteral.⁵ La nutrición enteral precoz (que se define como aquella que se inicia en las primeras 24 horas de ingreso hospitalario) se ha demostrado que se asocia a disminución de eventos de hemorragia gastrointestinal, sepsis, neumonía, insuficiencia renal y duración de la estancia intrahospitalaria.⁶

Es importante recalcar que los requerimientos energéticos difieren en cada paciente de acuerdo las comorbilidades, estado de salud previo al siniestro y la fase evolutiva de la historia natural de la enfermedad por la que curse el paciente.⁷

En un intento por predecir acertadamente los requerimientos nutricionales en este grupo de pacientes se han creado fórmulas, las cuales se analizan en este artículo en busca de la que ofrezca mayores beneficios y menos limitaciones.⁷

MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS

Los cambios metabólicos que se presentan posterior a las quemaduras se dividen en una fase de reflujo, la cual comprende las primeras 48 horas y se caracteriza porque el metabolismo, el gasto cardiaco y el consumo de oxígeno disminuyen, es seguida de la fase de flujo que consta de las siguientes 120 horas; se caracteriza por aumento gradual hasta la estabilización de las variables antes mencionadas.⁸

Las lesiones por quemaduras se distinguen porque la respuesta hipermetabólica persiste crónicamente por años debido a la respuesta a catecolaminas, cortisol, glucagón, hormona del crecimiento, citocinas proinflamatorias (IL1 β , TNF α , IL6), como resultado la respuesta inflamatoria estimula la proteólisis, glucólisis, glucogenólisis y lipólisis, lo cual puede conducir a sarcopenia (Figura 1) y desnutrición, que a su vez hace al paciente más susceptible a infecciones que pueden culminar en sepsis, choque séptico y muerte.^{8,9}

ESTIMACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO BASAL

El gasto energético basal es la mínima cantidad de energía que un organismo requiere para estar vivo y representa de 60-70% del gasto energético total.⁴

Los pacientes que presentan quemaduras de > 40% de superficie corporal total pierden más de 20% del

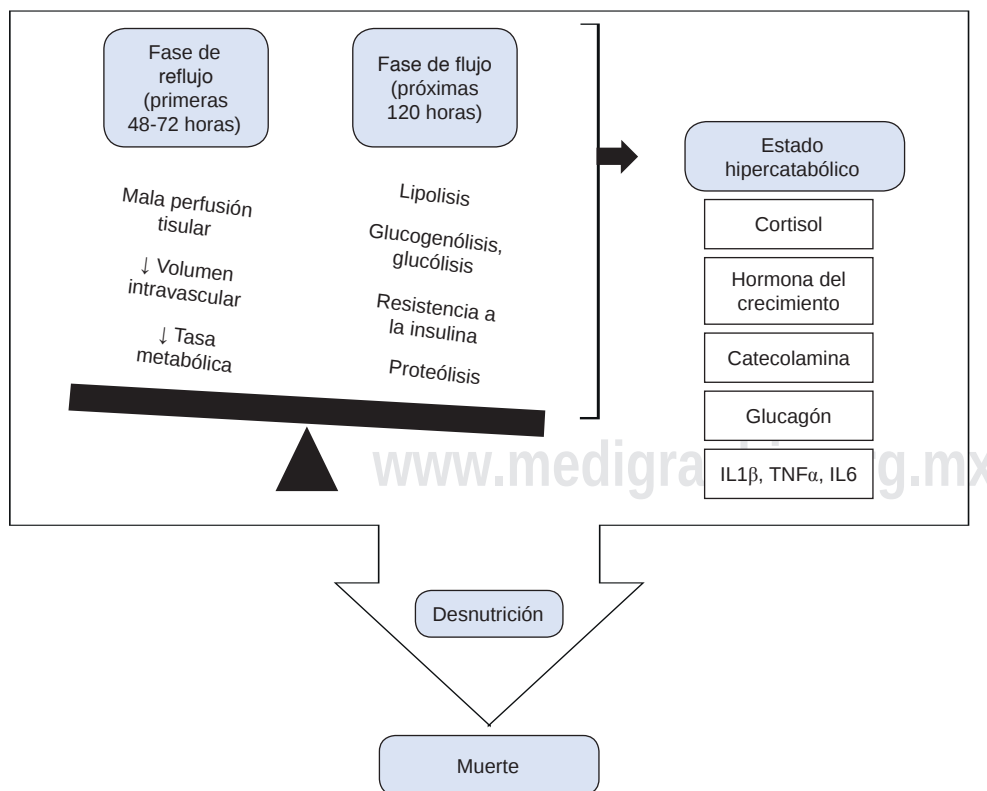


Figura 1:

Mecanismos fisiopatológicos.

Tabla 1: Fórmulas de cálculo de requerimientos energéticos en pacientes con quemaduras.

Fórmulas	
Carlson	$GEB: \times (0,89142 + 0,01335 \times ASCQ) \times ASCQ \times 24$
Cunningham	$ASCQ > 30\%: 1750 \text{ kcal/m}^2/\text{día}$
Curreri	$25 (\text{peso}) + 40 (\% SCQ)$
Harris-Benedict	Mujeres: $GEB: 655.0955 + 9.5634 (\text{peso}) + 1.8496 (\text{altura}) - 4.6756 (\text{edad})$ Hombres: $GEB: 66.4730 + 13.7516 (\text{peso}) + 5.0033 (\text{altura}) - 6.755 (\text{edad años})$
Milner	$(GEB: \times 24 \times ASC) \times (0.274 + 0.0079 \times ASCQ - 0.004 \times \text{día postquemadura}) + (GEB \times 24 \times ASC)$
Toronto	$GER: GER: [- 4343 + (10.5 \times \%ASCQ) + (0.23 \times \text{aportes calóricos}) + (0.84 \times \text{Harris-Benedict}) + (114 \times \text{temperatura rectal en } ^\circ\text{C}) - (4.5 \times \text{día postquemadura})]$
Schofield modificada	GEB $\times$ factores de lesión Hombres: 10-18 años = $(0.074 \times \text{peso}) + 2.754$ 18-30 años = $(0.063 \times \text{peso}) + 2.896$ 30-60 años = $(0.048 \times \text{peso}) + 3.653$ 60 años = $(0.049 \times \text{peso}) + 2.459$ Mujeres: 10-18 años = $(0.056 \times \text{peso}) + 2.898$ 18-30 años = $(0.062 \times \text{peso}) + 2.036$ 30-60 años = $(0.034 \times \text{peso}) + 3.538$ > 60 años = $(0.038 \times \text{peso}) + 2.755$ Factores de lesión: < 10% ASCQ = 1.2 11-20% ASCQ = 1.3 21-30% ASCQ = 1.5 31-50% ASCQ = 1.8 > 50% ASCQ = 2.0
Xie	$1,000 \text{ kcal/m}^2/\text{día} + (25 \times ASCQ)$
Zawacki	$1,400 \text{ kcal/m}^2/\text{día}$

GEB = gasto energético basal. GER = gasto energético en reposo. ASCQ = área de superficie corporal quemada. SCQ = superficie corporal quemada.

peso corporal inicial si no se suministra un soporte nutricional adecuado, por lo que es de suma importancia asegurar el cálculo de dichos requerimientos.⁷

Se han diseñado múltiples ecuaciones para estimar el gasto energético basadas en el peso (*Tabla 1 y Figura 2*), la talla, la edad y el sexo; sin embargo, hasta el momento no es posible determinar con certeza cuál es la fórmula más exacta que se adapte a los requerimientos de todos los pacientes, por lo que es importante analizar las características de cada una de las fórmulas para aplicar la mejor individualizando las características de cada paciente⁷ (*Tabla 2*).

Fórmula de Harris-Benedict

$$H = [66.473 + (13.752 \times P) + (5.003 \times T) - (6.755 \times \text{edad})] \times 4.186$$

$$M = [655.096 + (9.563 \times P) + (1.850 \times T) - (4.676 \times \text{edad})] \times 4.186$$

P: peso en kg
Edad: en años

Esta fórmula se publicó en 1919, resultado de un estudio realizado con una población de 239 sujetos (136 hombres y 103 mujeres) de 21 a 70 años, sanos con normopeso, quienes se sometieron a calorimetría indirecta. Como conclusión de dicho estudio se obtuvo que el peso y la talla se relacionan con la estimación del requerimiento calórico basal.¹⁰

Debido a que los sujetos de estudio que se incluyeron para realizar esta fórmula eran «sanos», dicha ecuación presenta el riesgo de subestimar el requerimiento calórico en pacientes con quemaduras, quienes, como ya se mencionó, tienen un metabolismo extremadamente aumentado.⁷ Se ha descrito una forma de adaptar la fórmula en pacientes quemados y consta de multiplicar el gasto energético basal estimado por un factor de estrés (entre uno y dos), el cual se asigna según las características de la lesión (superficie corporal quemada y tipo de quemadura).¹¹

Fórmula de Toronto

$$- 4343 + (10.5 \times \%ASCQ) + (0.23 \times \text{aportes calóricos}) + (0.84 \times \text{Harris-Benedict}) + (114 \times \text{temperatura rectal en } ^\circ\text{C}) - 19,42. (4.5 \times \text{día postquemadura})$$

Publicada en 1988, resultado de un estudio prospectivo de 23 pacientes con quemaduras de 39% de SCQ, se calculó el gasto energético basal mediante la fórmula de Harris-Benedict por calorimetría indirecta y estimación simultánea de la ingesta de nutrientes. Los factores que influyen en el gasto energético se evaluaron luego mediante un análisis de regresión múltiple escalonada que mostró que *gasto energético* = $-4,343 + (10.5 \times \%ASCQ) + (0.23 \times \text{ingesta calórica [CI]}) + (0.84 \times \text{EBEE}) + (114 \times \text{temp [C]}) - (4.5 \times \text{días posteriores a la quemadura})$, $r = 0.82$, p menor que 0.001,¹² esta fórmula fue validada en 1990.¹³

Fórmula de Curreri

$$25(\text{peso}) + 40 (\% SCQ)$$

Publicada en 1979 con una población de nueve pacientes (tres mujeres y seis hombres), con superficie corporal quemada entre 40-73%, con una media de edad de 36 ± 5.1 años. Se calculó la ingesta calórica diaria a partir de tablas estándar para estimar el valor calórico de alimentos y se midió el peso de los pacientes antes de la reanimación y durante los primeros 20 días, se observó que el peso disminuyó una media de 6.8%. Se comparó el porcentaje de cambio de peso con la ingesta calórica diaria por medio por análisis de regresión lineal y así se obtuvo la fórmula.¹⁴

De acuerdo a lo descrito anteriormente, Curreri y colaboradores consideraban que los requerimientos energéticos eran directamente proporcionales a la superficie corporal quemada, por lo que se esperaba que al

administrar la cantidad de calorías resultantes de esta fórmula, el paciente no presentaría pérdida de peso; sin embargo, como ya mencionamos, no existe ninguna fórmula que asegure que dicha aseveración es correcta.¹⁴

Un aspecto importante a tener en consideración es que a pesar de que confiere un lugar muy importante al porcentaje de superficie corporal quemada, corre el riesgo de sobreestimar el gasto energético, debido que éste varía de acuerdo con la profundidad de la lesión térmica y dicho aspecto no se recalca en esta fórmula.¹⁴

Fórmula de Milner

$$(GEB \times 24 \times ASC) \times (0.274 + 0.0079 \times ASCQ - de 0.004 \times \text{día postquemadura}) + (GEB \times 24 \times ASC)$$

Reportada en 1994, resultado de un estudio con 20 pacientes en el que se compararon las estimaciones con el gasto de energía en reposo medidos semanalmente por calorimetría indirecta, entre los días 3 y 348 después de la quemadura, el porcentaje de quemadura fue entre 21 y 88%.¹⁵

El análisis de regresión múltiple indicó una relación entre el requerimiento energético, el porcentaje de superficie corporal quemada inicial y el día posterior a la quemadura ($r = 0.65$), y concluyó que esta ecuación parece adecuada para estimar los requerimientos calóricos durante el primer mes, pero no más allá de 30 días posteriores a la lesión.¹⁵

Se acentúa que después de dicho periodo se recomienda utilizar la calorimetría indirecta porque a partir

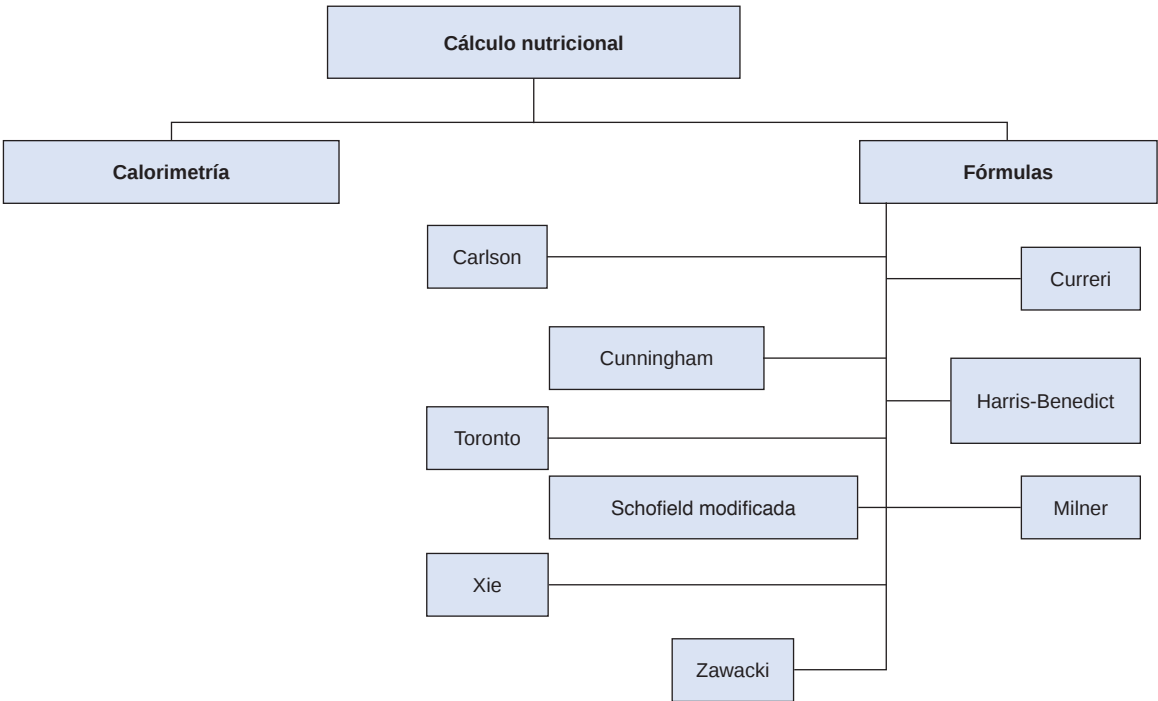


Figura 2: Métodos para calcular el requerimiento calórico en pacientes quemados.

Tabla 2: Ventajas y desventajas de las principales fórmulas para el cálculo de requerimientos calóricos.

Fórmula	Ventajas	Desventajas
Carlson	Incluyeron en su estudio pacientes ventilados	Sólo es útil en los primeros 30 días
Cunningham	Fácil de calcular	Sobreestima los requerimientos calóricos
	Recomendada en el paciente crítico obeso	
Curreri	Fácil de calcular	Sobreestima los requerimientos calóricos de los pacientes quemados
Harris-Benedict	Ampliamente conocida y utilizada	Se realizó en una población «sana», por lo cual subestima los requerimientos calóricos a pesar de la corrección por factor de estrés
Milner	Bajo índice de error en el cálculo del requerimiento calórico	Sólo es útil en los primeros 30 días postquemadura
Toronto	Una de las fórmulas más utilizadas	Subestima los requerimientos calóricos
Schofield modificada	Una de las fórmulas más utilizadas	Difícil de calcular
Xie	Bajo índice de error en requerimientos calóricos	Puede no ser aplicable para nuestra población
Zawacki	Bajo índice de error en requerimientos calóricos	Baja correlación en los primeros tres días postquemadura
		Poco utilizada

de ese momento se observa una correlación lineal inversa entre el *ratio* de los requerimientos medidos y los estimados por esta fórmula.¹⁵

Fórmula de Xie

$$1,000 \text{ kcal/m}^2/\text{día} + (25 \times \text{ASCQ})$$

Xie y colaboradores realizaron un estudio en 75 pacientes chinos (53 hombres y 22 mujeres) con edad entre 16 y 51 años, que presentaron quemaduras de 5-98% de superficie corporal.¹⁶

Evaluaron el gasto energético en reposo por calorimetría indirecta y lo compararon con los resultados del cálculo de la fórmula.¹⁶

Reportaron correlación positiva entre el requerimiento calórico basal y los días 4 y 28 postquemadura; sin embargo, dicha relación no se corroboró en los tres primeros días posteriores a la lesión. Concluyeron que al utilizar dicha fórmula en el cálculo de calorías administradas para los pacientes durante su estudio, la nutrición de sus pacientes mejoró significativamente.¹⁶

Es muy importante tener en consideración que esta fórmula fue diseñada en población china basada en los requerimientos nutricionales y prácticas dietéticas de dicha población, por lo que debe interpretarse con cautela al momento de utilizarse en nuestra población.

CONCLUSIÓN

Los requerimientos calóricos de los pacientes quemados graves son muy variables, depende de muchos factores, dentro de los cuales se puede mencionar la superficie corporal quemada, el estado de nutrición previo al siniestro, la profundidad de las lesiones, quemaduras no cubiertas, tiempo transcurrido posterior a lesión etc., por lo que no es posible predecir de forma exacta a través de fórmulas las necesidades energéticas, como lo demostraron Dickerson y colaboradores, ninguna fórmula es exacta.¹¹

Hasta el momento lo que ha demostrado ser más preciso, es el uso de calorimetría indirecta.¹¹

Si no se cuenta con calorimetría indirecta, las fórmulas que han mostrado menos error son: Milner,¹⁵ Zawacki¹⁷ y Xie.¹⁶

Sin embargo, sugerimos realizar el promedio de tres o más fórmulas, las que más se adapten a las características de la población del paciente, además recalcamos la importancia de asegurar el aporte proteico adecuado, y la administración de suplementos nutricionales (oligoelementos, multivitamínicos, glutamina) así como hacer especial énfasis en asegurarse de que el inicio de la dieta sea de forma temprana y que a menos que exista contraindicación (por ejemplo, sín-

drome compartimental, hipertensión intraabdominal, íleo, etc.), debe evaluarse diariamente el apego y las causas por las que no se logra el objetivo nutricional con la finalidad de corregirlas.

REFERENCIAS

1. Páez-franco I, Sánchez-flores AY, Xellic N, Riva A. Epidemiología de las quemaduras en México. *Rev Espec Médico-Quirúrgicas*. 2015;20(1):78-82.
2. Wasiaik J, Cleland H, Jeffery R. Early versus delayed enteral nutrition support for burn injuries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006;(3):CD005489. doi: 10.1002/14651858.cd005489.pub2.
3. Masch JL, Bhutiani N, Bozeman MC. Feeding during resuscitation after burn injury. *Nutr Clin Pract*. 2019;34(5):666-671. doi: 10.1002/ncp.10400.
4. Blasco R. Basal metabolic rate; evaluation methods and applications. *Nutr Hosp*. 2015;21(1):243-251. doi: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5071
5. Berger MM, Pantet O. Nutrition in burn injury: any recent changes? *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(4):285-291. doi: 10.1097/MCC.0000000000000323.
6. Pu H, Doig GS, Heighes PT, Allingstrup MJ. Early enteral nutrition reduces mortality and improves other key outcomes in patients with major burn injury: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care Med*. 2018;46(12):2036-2042. doi: 10.1097/CCM.00000000000003445.
7. Núñez-Villaveirán MT, Sánchez M, Millán P, et al. Estimación del gasto energético en el paciente quemado mediante la utilización de ecuaciones predictivas; revisión bibliográfica. *Nutr Hosp*. 2014;29(6):1262-1270. doi: 10.3305/nh.2014.29.6.7470.
8. Auger C, Samadi O, Jeschke MG. The biochemical alterations underlying post-burn hypermetabolism. *Biochim Biophys Acta-Mol Basis Dis*. 2017;1863(10):2633-2644. doi: 10.1016/j.bbdis.2017.02.019.
9. Moreira E, Burghi G, Manzanares W. Update on metabolism and nutrition therapy in critically ill burn patients. *Med Intensiva*. 2018;42(5):306-316. doi: 10.1016/j.medint.2017.07.007.
10. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of human basal metabolism. *Proc Natl Acad Sci*. 1918;4(12):370-373. doi:10.1073/pnas.4.12.370.
11. Dickerson RN, Gervasio JM, Riley ML, et al. Accuracy of predictive methods to estimate resting energy expenditure of thermally-injured patients. *J Parenter Enter Nutr*. 2002;26(1):17-29. doi: 10.1177/014860710202600117.
12. Allard JP, Jeejeebhoy KN, Whitwell J, Pashutinski L, Peters WJ. Factors influencing energy expenditure in patients with burns. *J Trauma*. 1988;28(2):199-202.
13. Allard JP, Pichard C, Hoshino E, et al. Validation of a new formula for calculating the energy requirements of burn patients. *J Parenter Enter Nutr*. 1990;14(2):115-118. doi: 10.1177/0148607190014002115.
14. Curreri PW, Richmond D, Marvin J, Baxter CR. Dietary requirements of patients with major burns. *J Am Diet Assoc*. 1974;65(4):415-417.
15. Milner EA, Cioffi WG, Mason AD, McManus WF, Pruitt BA Jr. A longitudinal study of resting energy expenditure in thermally injured patients. *J Trauma*. 1994;37(2):167-170. doi: 10.1097/00005373-199408000-00001.
16. Xie WG, Li A, Wang SL. Estimation of the calorie requirements of burned chinese adults. *Burns*. 1993;19(2):146-149. doi: 10.1016/0305-4179(93)90039-B.
17. Zawacki BE, Spitzer KW, Mason AD Jr, Johns LA. Does increased evaporative water loss cause hypermetabolism in burned patients? *Ann surg*. 1970;171(2): 236-240.

Correspondencia:

Dr. Marco Antonio Garnica Escamilla

E-mail: teranestmarco@yahoo.com.mx