

Relación de la administración de nutrición parenteral total y la terapia de reemplazo renal en la unidad de terapia intensiva

José J Zaragoza,* Missael Vladimir Espinoza Villafuerte,* Ivette Yolanda Alférez Jiménez,†
Jean Paul Vázquez Mathieu,§ Turmalina Itzahayat Salgado Hernández^{||}

RESUMEN

Introducción: La nutrición parenteral total (NPT) es importante en los pacientes críticamente enfermos. Sin embargo, las posibles complicaciones de su uso han sido poco estudiadas. Analizamos la relación entre la administración de NPT y el recibir terapia de reemplazo renal (TRR) en la unidad de terapia intensiva (UTI).

Material y métodos: Estudio multicéntrico retrospectivo, en el cual se analizó la base de datos administrativa de cuatro UTI. Las diferencias entre los grupos que recibieron y no TRR y NPT fueron determinadas. Se realizó un análisis de regresión logística para TRR ajustando a varios factores, incluyendo la propensión de cada individuo para recibir NPT.

Resultados: En total 3,491 sujetos fueron incluidos en el análisis. La TRR fue prescrita en 250 (7.1%) y la NPT en 367 (10.5%). Después del ajuste para varios factores, el uso de NPT se relacionó independientemente a la TRR (RM 2.17, IC 95% [1.52-3.11]; $p < 0.001$). El área bajo la curva ROC del modelo de regresión logística final fue de 0.74.

Conclusiones: En este estudio multicéntrico retrospectivo, la NPT se relacionó de manera independiente a recibir TRR durante la estancia en la UTI.

Palabras clave: Nutrición parenteral total, terapia de reemplazo renal, unidad de terapia intensiva, lesión renal aguda.

SUMMARY

Introduction: Total parenteral nutrition (TPN) is a key factor for the treatment of critically ill patients. Nevertheless, the feasible complications of its use have not been completely investigated. We analyzed the relationship between TPN administration and renal replacement therapy (RRT) during the intensive care unit (ICU) stay.

Material and methods: We conducted a multicenter retrospective observational study in four ICUs. We obtained information on baseline characteristics, clinical data and outcomes from each hospital. We performed a statistical analysis to assess the association between TPN administration and RRT.

Results: A total of 3,491 patients were included to be studied. RRT was prescribed for 250 (7.1%) of them, and TPN for 367 (10.5%). After adjusting for various covariables, administration of TPN was independently related to RRT (OR 2.17, CI 95% [1.52-3.11]; $p < 0.001$). The area under the ROC curve was 0.74 for the final regression model.

Conclusions: In this multicenter retrospective study, TPN administration was independently related to RRT during the ICU stay.

Key words: Total parenteral nutrition, renal replacement therapy, intensive care unit, acute kidney injury.

INTRODUCCIÓN

Instituir el aporte nutrimental adecuado en el paciente críticamente enfermo es prioritario, a tal grado que es un factor clave para la evolución favorable de la enfermedad de base.¹ La terapia nutricional incluye como objetivos limitar el catabolismo proteico y la pérdida de masa magra,² además de ofrecer soporte celular y orgánico vital, inmunológico, en la reparación de tejidos, en la síntesis proteica y en la capacidad muscular esquelética y cardíaca.³

En caso de que la vía enteral para alimentación esté contraindicada, la nutrición parenteral total (NPT) es la siguiente opción.⁴ A pesar de que la nutrición es una recomendación con alto nivel de evidencia en varias guías clínicas,⁵⁻¹⁰ aún existen muchas incógnitas en el tema.³ Por ejemplo, no se conoce con exactitud el momento idóneo para el inicio de la NPT¹¹ ni la dosis de nutrientes específicos.¹²⁻¹⁴

Durante la NPT del paciente grave, la prescripción debe ser individualizada a cada persona y padecimiento específicos.^{7,15} Esta es una estrategia que disminuye la probabilidad de efectos adversos asociados, aunque es imposible asegurar que el aporte nutrimental parenteral sea por completo inocuo.¹⁶ Por lo tanto, se deben tomar en cuenta los inconvenientes que puedan derivarse de la NPT en varios contextos. Uno de estos escenarios es el de sobrecarga hídrica, donde se deposita líquido en el espacio intersticial, lo que afecta la perfusión tisular, especialmente de órganos encapsulados como los riñones.¹⁷ A la par, potencialmente surgen desequilibrio hidroelectrolítico, desequilibrio ácido-base, azoemia y síndrome de re-alimentación, que logran un efecto deletéreo sobre la homeostasis renal.^{18,19}

Con esto en mente, realizamos este trabajo retrospectivo multicéntrico con el objetivo de analizar la relación entre la administración de NPT y el recibir terapia de reemplazo renal (TRR) durante la estancia en la unidad de terapia intensiva (UTI). En específico, nuestra hipótesis fue que la NPT se relaciona de manera independiente con recibir TRR y puede estar asociada, incluso, a otras complicaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Este fue un estudio retrospectivo en cuatro hospitales privados de la Ciudad de México o su área conurbada. Los hospitales participantes fueron el Hospital Español, Ángeles Lindavista y Ángeles Acoxa (los tres de la Ciudad de México) y el Hospital Ángeles Lomas (Huixquilucan-Estado de México). Todos los centros son de tercer nivel, y dos de estos (Español y Lomas) son centros académicos, con Programa de Especialización en Medicina Crítica. Todas las unidades cuentan con por lo menos un especialista en medicina crítica de manera

* Hospital Español de México.

† Hospital Ángeles Lindavista.

§ Hospital Ángeles Lomas.

^{||} Hospital Ángeles Acoxa.

continúa y la relación enfermera-paciente habitual es de 1-1. Una invitación formal para participar en el estudio fue enviada al responsable de la base de datos de cada centro y al jefe de cada UTI.

Base de datos

En todas las UTI mencionadas, se recaba de manera prospectiva una base de datos de la UTI (BASUTI) de tipo administrativa. Esta base de datos se actualiza de manera diaria y se completa cada registro manualmente antes de que el paciente sea dado de alta del hospital. La BASUTI utiliza una plataforma similar en todos los centros, asentada en hojas de cálculo de Excel® (Microsoft Corp. Redmond, Washington, EUA). Las variables son, en su mayoría, equivalentes en todos los hospitales, aunque con ciertas adaptaciones para cada centro. Existe un responsable en cada hospital de la calidad de los datos recabados, y se realizan auditorías aleatorias de éstos por lo menos una vez al mes para asegurar que los errores sean mínimos en cada registro. La BASUTI se utiliza primordialmente para la monitorización de indicadores administrativos.

Pacientes

Incluimos a todos los individuos de 18 años o más ingresados en las unidades y cuyos datos estuvieran recolectados en la BASUTI (del 5 de septiembre de 2009 al 29 de abril de 2015 en el hospital A, del 19 de enero de 2009 al 29 de diciembre de 2014 en el hospital B, del 25 de enero de 2013 al 1 de abril de 2015 en el hospital C y del 2 de enero de 2010 al 24 de marzo de 2015 en el hospital D). Se extrajeron aquellas variables que fueran relevantes para el estudio. Éstas incluían características basales, el factor determinante del ingreso (falla orgánica, riesgo de falla orgánica o cuidado postquirúrgico), si el sujeto era catalogado como quirúrgico urgente al ingreso, si el diagnóstico principal era de enfermedad coronaria, el haber sido sometido a cirugía cardíaca, el uso de ventilación mecánica (invasiva o no invasiva) y el pronóstico de mortalidad por SAPS 3. También se recabó información sobre los procedimientos realizados, como la administración de NPT, la administración de nutrición enteral (NE) especializada (cualquier tipo de nutrición comercial o artesanal otorgada por sonda nasogástrica, nasoyeyunal o de gastrostomía) y haber recibido TRR. Se excluyeron aquellos enfermos que fueron reingresados a la UTI en la misma hospitalización y los trasladados a otro hospital.

Ética

La recolección de datos para la BASUTI ha sido aprobada por la dirección hospitalaria y los comités de ética

y/o investigación en cada uno de los centros. Una vez enviada la invitación mencionada, cada responsable de la BASUTI presentó el protocolo de investigación para la aprobación correspondiente. Debido a las características retrospectivas (observacionales) y a la gestión anónima de los datos de todos los pacientes, este estudio fue aprobado por los comités de ética y/o investigación respectivos, obviando la necesidad de consentimiento informado.

Análisis estadístico

Los análisis fueron llevados a cabo con el programa estadístico STATA® versión 12 (StataCorp LP, College Station, Texas, EUA). El objetivo primario fue estudiar la relación entre la administración de NPT y recibir TRR en la UTI. Los objetivos secundarios fueron conocer las diferencias en días de estancia y mortalidad de los pacientes sometidos a TRR y los que no, al igual que a quienes se les administró NPT y a quienes no.

Las variables categóricas son reportadas en proporciones (porcentajes) y fueron examinadas con la prueba de Chi cuadrada (χ^2) o prueba exacta de Fisher, según correspondía. Las variables continuas eran de distribución anormal, por lo que son reportadas en medianas [rango intercuartil] y fueron analizadas con la prueba U de Mann Whitney. Aquellas variables con un valor de p menor a 0.1 en el análisis univariado fueron incluidas en el análisis multivariado de regresión logística para TRR; los resultados de este último son reportados en razón de momios (RM).

Debido a la naturaleza retrospectiva del estudio, y para ajustar al máximo el sesgo de los pacientes que recibieron NPT, la propensión de cada individuo para recibir NPT fue determinada mediante la creación de un «índice de propensión».²⁰ Este índice fue desarrollado en varios pasos: 1) Se realizó un análisis de regresión logística con selección anterógrada y retrógrada con «NPT» y «no NPT» como variable dependiente, manteniendo en el modelo las variables con p menor a 0.05. 2) Estas variables fueron sometidas al apareamiento por puntaje de propensión contigua 1 a 1 con reemplazos, con cada sujeto descartado con diferencia del índice de propensión de $\pm 5\%$. 3) El valor numérico de este índice para cada enfermo fue incluido como covariable en el análisis de regresión logística final para TRR. Un valor de p menor a 0.05 fue considerado significativo.

Una vez obtenido el modelo final para TRR, se probó la estabilidad del mismo mediante dos procesos. El primero con la prueba de Hosmer-Lemeshow en 10 subgrupos (deciles). El segundo mediante el muestreo *bootstrap* de 500 repeticiones.²¹ Cada muestreo del mismo tamaño, elegido de manera aleatoria, y cada re-

gistro seleccionado de manera independiente; es decir, que cada registro podía ser muestreado más de una vez. Por último, una curva ROC fue creada con el modelo final para predicción de la TRR.

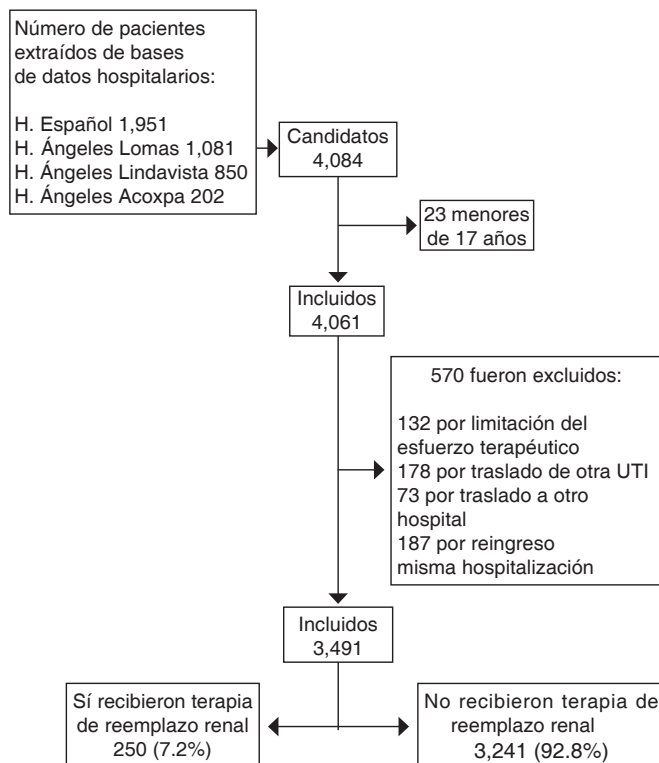


Figura 1. Flujograma de los pacientes del estudio.

RESULTADOS

En total, de las cuatro bases de datos fueron incluidos 4,061 pacientes. Se excluyeron 570 registros, para un número final de 3,491 enfermos. El flujograma de los individuos incluidos y excluidos, así como la razón de las exclusiones, es presentado en la figura 1.

Objetivos secundarios

En total, 250 personas recibieron TRR (7.1%). Las características basales y las variables de desenlace de los sujetos que recibieron TRR son presentadas en el cuadro I. Como era de esperarse, hubo diferencias significativas entre ambos grupos. En específico, la mediana de edad fue de 62 [47-75] años en el total de la población, mayor en aquellos que recibieron TRR (65 [55-75] versus 62 [46-74]; $p = 0.001$). Fue más frecuente la TRR en aquellos enfermos en quienes el ingreso se catalogó como falla orgánica (88.8% versus 57.5%; $p < 0.001$) y aquellos con NPT (24% versus 9.4%; $p < 0.001$). Las variables de desenlace, como días en la UTI (3.7 [2-8.9] versus 2.2 [1.14-4.7]; $p < 0.001$), días de estancia en el hospital (11 [6-21.2] versus 9.4 [5.4-16]; $p = 0.007$), mortalidad en la UTI (31.2% versus 10.5%; $p < 0.001$) y mortalidad hospitalaria (38.4% versus 15.5%; $p < 0.001$) fueron peores en los pacientes con TRR.

En total, 367 (10.5%) individuos recibieron NPT y 827 (23.6%) algún tipo de NE. Las características basales y variables de desenlace en quienes se adminis-

Cuadro I. Características basales y variables de desenlace en los pacientes con terapia de reemplazo renal.

Variable	No TRR (n = 3,241)	TRR (n = 250)	Total (n = 3,491)	p
Características basales				
Edad	62 [46-74]	65 [55-75]	62 [47-75]	0.001
Masculino	1736 (53.5%)	148 (59.2%)	1,607 (46%)	0.085
Factor de ingreso				
Falla	1,864 (57.5%)	222 (88.8%)	2,086 (59.7%)	< 0.001
Riesgo de falla	771 (23.7%)	20 (8%)	2,086 (59.7%)	
Cuidado postquirúrgico	605 (18.6%)	8 (3.2%)	613 (17.5%)	
Cirugía de urgencia	467 (14.2%)	27 (10.8%)	494 (14.1%)	0.115
Coronario	365 (11.2%)	16 (6.4%)	381 (11%)	0.018
Cirugía cardíaca	176 (5.4%)	13 (5.2%)	189 (5.4%)	0.877
VM	1,836 (56.6%)	161 (64.4%)	1,997 (57.2%)	0.017
SAPS 3	15 [5.1-37]	37 [16.7-64]	16 [6-39]	< 0.001
NPT	307 (9.5%)	60 (24%)	367 (10.5%)	< 0.001
NE	725 (22.3%)	102 (41%)	827 (23.7%)	< 0.001
Desenlace				
Días en la UTI	2.2 [1.14-4.7]	3.7 [2-8.9]	2.3 [1.2-4.8]	< 0.001
Días en el hospital	9.4 [5.4-16]	11 [6-21.2]	9.5 [5.4-17]	0.007
Mortalidad en la UTI	341 (10.5%)	78 (31.2%)	419 (12%)	< 0.001
Mortalidad en el hospital	502 (15.5%)	96 (38.4%)	598 (17.1%)	< 0.001

Los datos son número total (porcentajes) y mediana [rango intercuartil], según el tipo de variable.

TRR = terapia de reemplazo renal; VM = ventilación mecánica; NPT = nutrición parenteral; NE = nutrición enteral; UTI = unidad de terapia intensiva; SAPS 3 = *simplified acute physiology score 3*.

tró NPT son presentadas en el *cuadro II*. La administración de NPT fue más frecuente en aquellos con falla orgánica como factor determinante de ingreso (74% versus 58%; $p < 0.001$), en los que ingresaron por cirugía de urgencia (22.8% versus 13.1%; $p < 0.001$), en los ventilados mecánicamente (74% versus 55.2%; $p < 0.001$) y en los que recibieron TRR (16.3% versus 6%; $p < 0.001$). De manera similar, casi todas las variables de desenlace eran significativamente mayores en los sujetos que recibieron NPT, incluyendo días de UTI (7.5 [3.8-14] versus 2.04 [1-4]; $p < 0.001$), días de estancia en el hospital (21 [12-36.5] versus 8.7 [5.1-15.1]; $p < 0.001$) y mortalidad hospitalaria (24.2% versus 16.3%; $p < 0.001$).

Objetivo primario

Tras el análisis logístico de regresión con selección retrógrada y anterógrada con NPT como variable dependiente, las variables incluidas en la elaboración del «índice de propensión» fueron los días de estancia en la UTI, la nutrición enteral, el ser catalogado como quirúrgico de urgencia, el uso de ventilación mecánica, los días de estancia en el hospital y el diagnóstico de enfermedad coronaria. Los resultados del índice de propensión son presentados en el *cuadro III*.

Este índice fue incluido como covariable en el análisis de regresión logística para TRR. Además, se incluyeron las variables con $p < 0.1$ en el nivel α , que

Cuadro II. Características basales y variables de desenlace en los pacientes con nutrición parenteral.

Variables	No NPT (n = 3124)	NPT (n = 367)	Total (n = 3491)	p
Características basales				
Edad	62 [47-74]	62 [45-76]	62 [47-75]	0.601
Masculino	1,689 (54%)	195 (53%)	1,607 (46%)	0.735
Factor de ingreso				
Falla	1,814 (58%)	272 (74%)	2,086 (59.7%)	< 0.001
Riesgo de falla	737 (23.6%)	54 (14.7%)	791 (22.6%)	
Cuidados postquirúrgicos	572 (18.3%)	41 (11.2%)	613 (17.5%)	
Cirugía de urgencia	410 (13.1%)	84 (22.8%)	494 (14.1%)	< 0.001
Coronario	374 (12%)	7 (1.9%)	381 (10.9%)	< 0.001
Cirugía cardíaca	189 (6%)	0	189 (5.4%)	< 0.001
VM	1,726 (55.2%)	271 (74%)	1,997 (57.2%)	< 0.001
SAPS 3	15 [5.7-38]	28 [9-48]	16 [6-39]	< 0.001
TRR	190 (6%)	60 (16.3%)	250 (7.1%)	< 0.001
NE	634 (20.3%)	193 (52.6%)	827 (23.7%)	
Desenlace				
Días en la UTI	2.04 [1-4]	7.5 [3.8-14]	2.3 [1.2-4.8]	< 0.001
Días en el hospital	8.7 [5.1-15.1]	21 [12-36.5]	9.5 [5.4-17]	< 0.001
Muertos en la UTI	375 (12%)	44 (12%)	419 (12%)	0.09
Muertos en el hospital	509 (16.3%)	89 (24.2%)	598 (17.1%)	< 0.001

Los datos son número total (porcentajes) y mediana [rango intercuartil], según el tipo de variable.

TRR = terapia de reemplazo renal; VM: ventilación mecánica; NPT: nutrición parenteral; NE: nutrición enteral; UTI: unidad de terapia intensiva; SAPS 3: *simplified acute physiology score 3*.

Cuadro III. Variables incluidas en el modelo final de regresión logística para nutrición parenteral total e índice de propensión.

NPT	Coefficiente	Error estándar	Z	Valor de p	IC (95%)	
Días de UTI	0.068	0.007	8.61	0.000	0.05	0.08
NE	0.722	0.138	5.22	0.000	0.45	0.99
Quirúrgico urgente	0.717	0.144	4.96	0.000	0.43	1.00
VM	0.368	0.134	2.74	0.006	0.10	0.63
Días hospital	0.003	0.001	2.75	0.006	0.00	0.00
Coronarios	-1.30	0.391	-3.34	0.001	-2.07	-0.54
Índice de propensión						
T-Estadística	Variable	Muestra	Tratado	Control	Diferencia	EE.
7.27	TRR	No pareado	0.163	0.060	0.102	0.014
3.36		PET	0.163	0.073	0.089	0.026

NPT = nutrición parenteral total; UTI = unidad de terapia intensiva; NE = nutrición enteral; VM = ventilación mecánica; TRR = terapia de reemplazo renal, PET = promedio del efecto de tratamiento en los tratados; EE = error estándar.

fueron edad, género masculino, el factor determinante de ingreso (referencia «cuidado postquirúrgico»), diagnóstico de enfermedad coronaria, el uso de ventilación mecánica, la mortalidad predicha por SAPS 3 en porcentaje y la administración de NPT y NE. Los resultados de este análisis son presentados en el *cuadro IV*. Se mantuvieron como significativas en el modelo final el género masculino (RM 1.35, IC 95% [1.03 - 1.78]; $p = 0.030$), el ingreso por falla orgánica (RM 5.54, IC 95% [2.67-11.5]; $p < 0.001$), la mortalidad predicha por SAPS 3 (RM 1.01, IC 95% [1.009-1.02]; $p < 0.000$) y el uso de NPT (RM 2.17, IC 95% [1.52-3.11]; $p < 0.000$).

El análisis de bondad de ajuste (*goodness of fit*) de Hosmer-Lemeshow resultó con una χ^2 de 1.84 ($p = 0.98$). De igual manera, tras 500 replicaciones *bootstrap* se estimaron sesgos (*bias*) insignificantes, muy cercanos a cero, lo que denota que el modelo era estable. El área bajo la curva ROC para predecir TRR con el modelo final era de 0.74, y la gráfica es presentada en la *figura 2*.

DISCUSIÓN

Hallazgos principales

Condujimos este estudio multicéntrico, retrospectivo y observacional en cuatro UTI para examinar la relación de la administración de NPT y la TRR durante la estancia en la UTI. Encontramos una asociación independiente entre ellas. Adicionalmente, se agrega evidencia a lo ya conocido: la estancia en la UTI y en el hospital de los pacientes que reciben TRR es más prolongada y su mortalidad es significativamente mayor.²²

Cuadro IV. Variables incluidas en el modelo final de regresión logística para terapia de reemplazo renal y resultados del análisis *bootstrap*.

TRR	RM	p	IC (95%)	Sesgo (Bootstrap Bias)
Edad	1.003	0.442	0.995	1.011
Género masculino	1.355	0.030	1.030	1.784
Falla orgánica †	5.548	0.000	2.675	11.509
Riesgo de falla †	1.866	0.141	0.813	4.282
Coronario	0.906	0.735	0.514	1.596
VM	0.838	0.241	0.624	1.125
SAPS 3	1.014	0.000	1.009	1.020
NPT	2.177	0.000	1.523	3.111
NE	1.245	0.215	0.879	1.763
IP	1.858	0.270	0.617	5.592

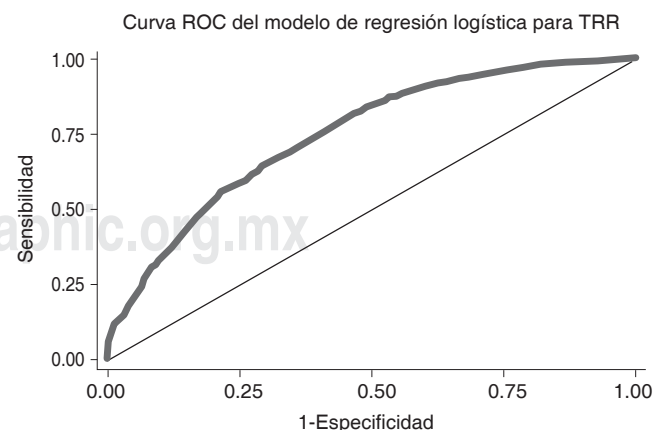
† Versus cuidado postquirúrgico.

TRR = terapia de reemplazo renal; RM = razón de momios; NPT = nutrición parenteral total; NE = nutrición enteral; VM = ventilación mecánica; SAPS 3 = *simplified acute physiology score 3*, PET = promedio del efecto de tratamiento en los tratados; IP = índice de propensión.

Relación con estudios previos

No hay estudios aleatorizados, hasta nuestro conocimiento, que analicen las posibles complicaciones renales de la NPT. Sin embargo, los efectos secundarios de la administración de NPT sobre la función renal han sido descritos previamente. El estudio más significativo fue realizado por Rhee y colaboradores.²³ Ellos ejecutaron un análisis retrospectivo en todos los pacientes consecutivos ingresados a una unidad de trauma durante seis años. Observaron los resultados de 2,964 individuos, de los cuales 464 habían sido tratados con NPT. Después de un análisis de regresión logística y el ajuste para diferentes factores, se encontró una mayor incidencia en la falla renal en sujetos con NPT (8.6% versus 1%, RM 2.8; $p = 0.007$). Esta significancia se mantuvo al excluir a los de estancia menor a dos días (8.8% versus 1.1%, RM 2.8; $p = 0.009$) y tras el análisis de apareamiento con controles (27% versus 5%; $p < 0.001$).

En un subanálisis de un estudio prospectivo multicéntrico aleatorizado²⁴ realizado en 2013, Gunst y su grupo encontraron que la nutrición parenteral temprana no tiene impacto en la incidencia de lesión renal aguda (LRA); sin embargo, puede retrasar la recuperación renal del estadio 2 (5 [3-9] versus 4 [2-6] días; $p = 0.04$).²⁴ Esto se explicaría por la teoría que expone que los aminoácidos administrados en la NPT pueden ser degradados hacia urea.²⁴ Macías y sus colegas incluso sugieren que las dosis elevadas de proteínas en pacientes con LRA podrían aumentar el catabolismo.²⁵ Estos hallazgos fueron respaldados por las conclusiones de Fiaccadori y su equipo, quienes señalan que dosis elevadas de hasta 40 kcal/kg/d no mejoran los resultados y podrían aumentar los efectos secundarios.²⁶ Un efecto deletéreo de los aminoácidos ha sido reportado también en modelos animales de lesión renal aguda²⁷ y sobre el endotelio vascular sistémico.¹⁸



Área bajo la curva ROC = 0.7444.

ROC = *receiving operating curve*; TRR = terapia de reemplazo renal.

Figura 2. Curva ROC para el modelo final de regresión logística para TRR.

Buchman y colaboradores demostraron complicaciones renales en un grupo de adultos que recibieron NPT durante tiempo prolongado. El aclaramiento de creatinina se redujo $3.5 \pm 6.3\%$ por año ($p = 0.004$). La función tubular, determinada por la reabsorción tubular de fosfato, estuvo afectada en el 52% de los participantes.²⁸ A pesar de que hallazgos similares han sido descritos en otros estudios con NPT crónica,²⁹ sería aventurado extrapolarlos al paciente crítico.

Las consecuencias metabólicas de la NPT podrían influenciar la evolución renal. Se ha reportado acidosis metabólica,³⁰ hiperglucemia, sobrecarga hídrica y alteraciones electrolíticas,³¹ por lo que se recomienda un estricto monitoreo.^{31,32}

Implicaciones del estudio

El hallazgo de que la NPT está relacionada con la TRR, incluso después del ajuste para diferentes factores de confusión, es importante y concuerda con nuestra hipótesis. El uso de NPT es bastante común, pero según nuestro conocimiento, hasta ahora no había sido evaluada como factor de riesgo para TRR. El que se mantenga la asociación estadística incluso después del ajuste para la propensión de cada individuo a recibir NPT y las características basales, sugiere que una evaluación formal y mejor planeada del rol de la NPT en la UTI debe llevarse a cabo.

Fortalezas y limitaciones

Este estudio tiene varias fortalezas, la principal es la característica multicéntrica y, por ello, haber incluido a casi 3,500 pacientes. Además, el llenado de la BASUTI de manera prospectiva con un responsable de los datos en cada hospital y las auditorías frecuentes optimiza la calidad de los datos. Por último, nuestro trabajo incluyó una evaluación estadística multifacética de la posible relación independiente entre NPT y TRR, ajustando para diferentes covariables, incluyendo la propensión de cada individuo para recibir NPT.

Sin embargo, esta investigación tiene también muchas limitaciones. Primeramente, aquellas inherentes a la naturaleza retrospectiva y a la restricción de las variables disponibles. La BASUTI es una base de datos administrativa que, a pesar de tener como uno de sus objetivos la investigación clínica, no fue diseñada con el propósito específico de este trabajo. Adicionalmente, al no tener variables dependientes de tiempo, no pudimos determinar si la NPT fue administrada antes o después de la indicación de TRR. Esto podría ser resuelto en el futuro con estudios prospectivos que incluyan variables dependientes de tiempo. El tipo de estudio *per se* restringe la posibilidad de extraer conclusiones causa-efecto.

CONCLUSIONES

La administración de NPT en la UTI está relacionada con recibir TRR incluso después del ajuste a varios cofactores, incluyendo la propensión de cada sujeto a recibir NPT. Dentro de las limitaciones de este estudio multicéntrico y retrospectivo, los resultados sugieren que la administración de NPT podría considerarse factor de riesgo para recibir TRR durante la estancia en la UTI. Debido a la frecuencia con la que la NPT es indicada, y lo poco que se conoce el efecto de las posibles complicaciones en los resultados de los pacientes, la planeación de un estudio prospectivo aleatorizado diseñado para observar la relación de NPT con TRR es tanto racional como deseable.

AGRADECIMIENTOS Y/O PATROCINIOS

Agradecemos al Dr. Ulises Cerón Díaz, al Dr. Ricardo Martínez Zubieta y al Dr. Alfredo Sierra Unzueta por su asesoría en la elaboración de este artículo, así como por su invaluable aportación para la creación y sostenimiento de la base de datos en cada hospital. Reconocemos también a la dirección de cada uno de los centros por el financiamiento de las bases de datos respectivas.

Los autores declaran no tener ninguna relación que pueda ser percibida como un real o posible conflicto de interés relacionado con la elaboración o contenido de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberda C, Gramlich L, Jones N, Jeejeebhoy K, Day AG, Dhaliwal R, et al. The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study. *Intensive Care Med*. 2009;35(10):1728-1737.
2. Druml W, Kierdorf HP. Parenteral nutrition in patients with renal failure —Guidelines on parenteral nutrition, Chapter 17. *Ger Med Sci*. 2009;7:Doc11.
3. Ziegler TR. Parenteral nutrition in the critically ill patient. *N Engl J Med*. 2009;361(11):1088-1097.
4. Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, Rodych NJ, Dhaliwal R, Heyland DK. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature. *Nutrition*. 2004;20(10):843-848.
5. Kreymann KG, Berger MM, Deutz NEP, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, et al. ESPEN guidelines on enteral nutrition: intensive care. *Clin Nutr*. 2006;25(2):210-223.
6. Brown RO, Compher C. ASPEN clinical guidelines: nutrition support in adult acute and chronic renal failure. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2010;34(4):366-377.
7. López Martínez J, Sánchez-Izquierdo Riera JA, Jiménez Jiménez FJ. Guidelines for specialized nutritional and metabolic support in the critically-ill patient. Update. Consensus of the Spanish Society of Intensive Care Medicine and Coronary Units-Spanish Society of Parental and Enteral Nutrition (SEMICYUC-SENPE): acute renal failure. *Med Intensiva*. 2011;35 Suppl 1: 22-27.
8. Heyland DK, Dhaliwal R, Drover JW, Gramlich L, Dodek P. Canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critically ill adult patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2003;27(5):355-373.

9. Kreymann G, Adolph M, Druml W, Jauch KW. Intensive medicine —Guidelines on Parenteral Nutrition, Chapter 14. *Ger Med Sci*. 2009;7:Doc14.
10. McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, McCarthy M, Roberts P, Taylor B, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2009;33(3):277-316.
11. Heidegger CP, Romand JA, Treggiari MM, Pichard C. Is it now time to promote mixed enteral and parenteral nutrition for the critically ill patient? *Intensive Care Med*. 2007;33(6):963-969.
12. Heyland D, Muscedere J, Wischmeyer PE, Cook D, Jones G, Albert M, et al. A randomized trial of glutamine and antioxidants in critically ill patients. *N Engl J Med*. 2013;368(16):1489-1497.
13. Fiaccadori E, Cremaschi E. Nutritional assessment and support in acute kidney injury. *Curr Opin Crit Care*. 2009;15(6):474-480.
14. Montalvo-Jave EE, Zarraga JL, Sarr MG. Specific topics and complications of parenteral nutrition. *Langenbecks Arch Surg*. 2007;392(2):119-126.
15. Blanchette LM, Huiras P, Papadopoulos S. Standardized versus custom parenteral nutrition: impact on clinical and cost-related outcomes. *Am J Health Syst Pharm*. 2014;71(2):114-121.
16. Btaiche IF, Khalidi N. Metabolic complications of parenteral nutrition in adults, part 1. *Am J Health Syst Pharm*. 2004;61(18):1938-1949.
17. Li Y, Tang X, Zhang J, Wu T. *Cochrane database of systematic reviews. The Cochrane database of systematic reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 1996. CD005426 p.
18. Demircan M, Gurunluoglu K, Karaman A, Mizrak B. Damaging effects of total parenteral nutrition formula on vascular endothelium. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2015;61(4):464-468.
19. Dounousi E, Zikou X, Koulouras V, Katopodis K. Metabolic acidosis during parenteral nutrition: pathophysiological mechanisms. *Indian J Crit Care Med*. 2015;19(5):270-274.
20. Rosenbaum PR, Rubin DB. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*. 1983;70(1):41-55.
21. Walsh JF, Reznikoff M. Bootstrapping: a tool for clinical research. *J Clin Psychol*. 1990;46:928-930.
22. Hoste EAJ, Clermont G, Kersten A, Venkataraman R, Angus DC, De Bacquer D, et al. RIFLE criteria for acute kidney injury are associated with hospital mortality in critically ill patients: a cohort analysis. *Crit Care*. 2006;10(3):R73.
23. Rhee P, Hadjizacharia P, Trankiem C, Chan L, Salim A, Brown C, et al. What happened to total parenteral nutrition? The disappearance of its use in a trauma intensive care unit. *J Trauma*. 2007;63(6):1215-1222.
24. Gunst J, Vanhorebeek I, Casaer MP, Hermans G, Wouters PJ, Dubois J, et al. Impact of early parenteral nutrition on metabolism and kidney injury. *J Am Soc Nephrol*. 2013;24(6):995-1005.
25. Macias WL, Alaka KJ, Murphy MH, Miller ME, Clark WR, Mueller BA. Impact of the nutritional regimen on protein catabolism and nitrogen balance in patients with acute renal failure. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1996;20(1):56-62.
26. Fiaccadori E, Maggiore U, Rotelli C, Giacosa R, Picetti E, Parenti E, et al. Effects of different energy intakes on nitrogen balance in patients with acute renal failure: a pilot study. *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20(9):1976-1980.
27. Zager RA. Amino acid hyperalimentation in acute renal failure: a potential therapeutic paradox. *Kidney Int Suppl*. 1987;22:S72-75.
28. Buchman AL, Moukarzel A, Ament ME, Gornbein J, Goodson B, Carlson C, et al. Serious renal impairment is associated with long-term parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1993;17(5):438-444.
29. Buchman AL. Complications of long-term home total parenteral nutrition. *Dig Dis Sci*. 2001;46(1):1-18.
30. Kato K, Sugiura S-I, Yano K, Fukuoka T, Itoh A, Nagino M, et al. The latent risk of acidosis in commercially available total parenteral nutrition (TPN) products: a randomized clinical trial in post-operative patients. *J Clin Biochem Nutr*. 2009;45(1):68-73.
31. Dudley J, Rogers R, Sealy L. Renal consequences of parenteral nutrition. *Pediatr Nephrol*. 2014;29(3):375-385.
32. Hartl WH, Jauch KW, Parhofer K, Rittler P. Complications and monitoring —Guidelines on Parenteral Nutrition, Chapter 11. *Ger Med Sci*. 2009;7:Doc17.

Correspondencia:

José J Zaragoza

Av. Ejército Nacional Núm. 613,

Col. Granada, 11520, Del. Miguel Hidalgo,

Ciudad de México, D.F.

Tel: (55) 52559600 ext. 1111

Cel: 55 51074312

E-mail: zaragozagalvan@hotmail.com