

Centro de Restauración Neurológica de La Habana

SOBRE LA EXCRECIÓN URINARIA DE CREATININA EN PACIENTES SUJETOS A REHABILITACIÓN NEUROMOTORA

Francisca Zamora Pérez^{1†‡}, Sergio Santana Porbén^{2†§}.

RESUMEN

Introducción: La excreción urinaria de creatinina (EUC) ha sido estudiada como un correlato del tamaño de la masa muscular esquelética (MME). En condiciones naturales, un gramo de creatinina urinaria equivale a 17 – 23 kg de MME. El trauma raquímedular (TRM) es causa de paraplejía, daños viscerales y vegetativos, y discapacidad. El TRM también se asocia con pérdida importante de la MME. **Objetivo:** Documentar el comportamiento de la EUC en pacientes TRM que son admitidos en un programa hospitalario de rehabilitación neuro-muscular (PRNM). **Locación del estudio:** Programa de Rehabilitación Neurológica del CIREN Centro Internacional de Restauración Neurológica de La Habana (Cuba). **Diseño del estudio:** Retrospectivo, analítico. **Serie de estudio:** Setenta y siete pacientes (*Hombres:* 77.9 %; *Edad promedio:* 29.1 ± 8.0 años) admitidos en el PRNM. **Métodos:** Los valores basales de la EUC (antes de la implementación del PRNM) se distribuyeron según el sexo y la talla del sujeto TRM, y se contrastaron con los estándares de referencia para adultos cubanos, supuestamente sanos, de uno y otro sexo, con edades entre 19 – 58 años. Se evaluó el cambio ocurrido en la EUC al término del PRNM. **Resultados:** La EUC fue menor en los pacientes TRM en el momento de la admisión en el PRNM: *Hombres:* 885.1 ± 258.2 mg.24 horas⁻¹ ($\Delta = 72.7$ % respecto del estándar para un hombre de 35 años de edad y 170 cm de talla) vs. *Mujeres:* 588.4 ± 131.8 mg.24 horas⁻¹ ($\Delta = 67.0$ % respecto del estándar para una mujer de 35 años de edad y 160 cm de talla). El 58.4 % de los pacientes TRM tenía valores disminuidos de la MME a la admisión en el PRNM. La EUC representó el 25.4 ± 8.0 % del peso corporal del sujeto. Al término del PRNM se observó un aumento significativo de la EUC: *Hombres:* 1,012.8 ± 207.7 mg.24 horas⁻¹ ($\Delta = -127.7 \pm 154$ mg.24 horas⁻¹; $p < 0.05$; test de comparación de muestras apareadas) vs. *Mujeres:* 656.5 ± 152.1 mg.24 horas⁻¹ ($\Delta = -68.1 \pm 83.7$ mg.24 horas⁻¹; $p < 0.05$; test de comparación de muestras apareadas). **Conclusiones:** El TRM se asocia con una disminución significativa de la EUC. Al término del PRNM se observa un incremento significativo de la EUC. *Zamora Pérez F, Santana Porbén S. Sobre la*

¹ Médico. Especialista de Segundo Grado en Medicina Interna. Profesora auxiliar. ² Médico. Especialista de Segundo Grado en Bioquímica Clínica. Profesor asistente.

[†] Máster en Nutrición en Salud Pública.

[‡] Centro de Restauración Neurológica de La Habana. [§] Hospital Pediátrico Docente “Juan Manuel Márquez”. Marianao. La Habana.

Recibido: 7 de Julio del 2022.

Aceptado: 9 de Agosto del 2022.

Francisca Zamora Pérez. Centro de Restauración Neurológica de La Habana. Playa. La Habana. Cuba.

Correo electrónico: francisca.zamora@infomed.sld.cu.

excreción urinaria de creatinina en pacientes sujetos a rehabilitación neuromotora. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2022;32(2):313-323. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

Palabras clave: *Trauma raquimedular / Excreción urinaria de creatinina / Composición corporal / Rehabilitación neuromotora.*

INTRODUCCIÓN

La excreción urinaria de creatinina (EUC) ha sido propuesta tradicionalmente como un correlato de la masa muscular esquelética (MME).¹⁻² En condiciones naturales, un gramo de creatinina urinaria equivale a 17 – 23 kg de MME.³⁻⁴ Se han publicado intervalos de referencia que describen el comportamiento de la EUC en distintas poblaciones humanas a los fines de la evaluación nutricional.⁵⁻⁷

El trauma raquimedular (TRM) es causa de discapacidad, paraplejía, invalidez y daños viscerales y vegetativos.⁹⁻¹⁰ El TRM también produce reducción importante del tamaño de la masa muscular esquelética debido a la pérdida del trofismo neurotrópico y la invalidez subsiguiente.¹¹⁻¹²

Los programas de rehabilitación neuromotora (PRNM) se conducen para sostener la función muscular residual y mejorar la fuerza de contracción, contener los daños viscerales y vegetativos, y ofrecerle una calidad de vida y una autonomía superiores al paciente con TRM.¹³⁻¹⁴ Es inmediato entonces que la evaluación exacta de la MME residual tras el TRM es importante en cuanto a la elaboración de pronósticos sobre el éxito del PRNM.

En trabajos anteriores se ha presentado el impacto de los PRNM conducidos en los pacientes afectados por TRM.¹⁵⁻¹⁶ La rehabilitación neuromuscular ha significado un aumento en los valores de los indicadores antropométricos del estado nutricional del paciente con TRM. El cambio en los descriptores de la MME se tradujo en la

mejoría de los índices de validismo y autonomía.

Los trabajos antes mencionados han mostrado también que los cambios observados tras el completamiento de los PRNM pueden ser mayores en los descriptores antropométricos de los grupos musculares de la cintura escapular antes que en los del tren inferior, que suelen estar mucho más afectados por el TRM. Si el tamaño de la MME se reconstruyera de indicadores antropométricos regionales como la circunferencia del brazo no dominante se obtendrían estimados más que optimistas (y por lo tanto sesgados) de este compartimiento, y ello se trasladaría a pronósticos irrealistas sobre el futuro impacto del PRNM.

Siendo como es un indicador global de la MME, la EUC podría brindar mejores estimados del tamaño de la MME, y de esta manera, pronósticos más realistas del impacto futuro de los PRNM. En virtud de ello, se ha completado este trabajo que ha tenido como supraobjetivo evaluar el impacto del PRNM en el comportamiento de la EUC en pacientes con TRM.

MATERIAL Y MÉTODO

Locación del estudio: Programa de Rehabilitación Neurológica del CIREN Centro Internacional de Restauración Neurológica de La Habana (Cuba). El diseño y los objetivos del PRNM que se administró a los pacientes TRM han sido descritos previamente.¹⁵⁻¹⁶

Diseño del estudio: Retrospectivo, analítico. El diseño experimental del estudio contempló evaluar el comportamiento de la EUC en dos momentos diferentes: *Primer momento:* Antes de la admisión del paciente TRM en el PRNM vs. *Segundo momento:* A la conclusión del PRNM.

Serie de estudio: Fueron elegibles para ser incluidos en la serie del presente estudio los registros clínicos de los pacientes atendidos en el CIREN en los que se completó un PRNM. De cada uno de los pacientes eventualmente incluidos en la serie de estudio se obtuvieron el sexo (Masculino | Femenino) y la edad como años de vida cumplidos.

Mediciones antropométricas: De los registros clínicos de los pacientes TRM se obtuvieron los valores de la talla (centímetros) y el peso corporal (kilogramos) en los dos momentos contemplados en el diseño experimental del estudio. Las mediciones antropométricas se hicieron con arreglo a los procedimientos operacionales vigentes en el CIREN.¹⁵⁻¹⁶

Determinación de la EUC: De los registros clínicos de los pacientes TRM se obtuvieron los valores de la EUC (mg.24 horas⁻¹) determinada en los dos momentos contemplados del diseño experimental del estudio. La EUC se estimó de la concentración de creatinina ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) presente en una colección de orina (L.24 horas⁻¹) representativa de un día en la vida del paciente TRM. La creatinina urinaria se determinó en el Servicio de Laboratorio Clínico del CIREN mediante un modo cinético de la reacción de Jaffé implementado en un autoanalizador COBAS (Hoffman-La Roche, Francia).

Procesamiento de los datos y análisis estadístico-matemático de los resultados: Los datos demográficos, antropométricos y bioquímicos de los pacientes TRM incluidos en el presente estudio se anotaron en los formularios provistos por el diseño

experimental del estudio, y se ingresaron en un contenedor digital construido con EXCEL para OFFICE de WINDOWS (Microsoft, Redmon, Virginia, Estados Unidos). Los datos reunidos se redujeron ulteriormente hasta estadígrafos de locación (media), dispersión (desviación estándar), y agregación (frecuencias absolutas | relativas, porcentajes) según el tipo de la variable.

Los valores basales de la EUC (antes de la implementación del PRNM) se distribuyeron según el sexo y la talla del sujeto TRM, y se contrastaron con los estándares de referencia para adultos cubanos, supuestamente sanos, de uno y otro sexo, con edades entre 19 – 58 años.⁷⁻⁸

Adicionalmente, los valores basales de la EUC se distribuyeron en percentiles como se muestra a continuación: < Percentil 1, Entre los percentiles 1 – 3, Entre los percentiles 3 – 97, Entre los percentiles 97 – 99; y > Percentil 99; respectivamente.⁷⁻⁸

La MME (kg) del paciente TRM se estimó de la tasa de equivalencia de la creatinina urinaria.⁴⁻⁶ Los pacientes TRM se distribuyeron ulteriormente según el tamaño estimado de la MME:⁴⁻⁶ *Esperado:* ≥ 25 % del peso corporal del paciente vs. *Disminuido:* < 25 % del peso corporal.

A la conclusión del PRNM se evaluó el cambio ocurrido en la EUC. También se evaluó si el PRNM resultó en una redistribución de los percentiles de la EUC en los pacientes TRM. La naturaleza de los cambios en los valores de la EUC a la conclusión del PRNM fue evaluada mediante *tests* de comparación de medias apareadas basadas en la distribución t-Student.¹⁷ Por su parte, la naturaleza de los cambios en la distribución de los percentiles de la EUC se examinó mediante *tests* de comparación de proporciones basados en la distribución ji-cuadrado.¹⁷ En cada instancia se utilizó un nivel < 5% para denotar el cambio como significativo.¹⁷

Tabla 1. Características demográficas, antropométricas y bioquímicas de los pacientes a la admisión en el programa de rehabilitación neuromotora. Se presentan la media \pm desviación estándar de la característica. Se muestran, además, el número y [entre corchetes] el porcentaje de pacientes incluidos en los distintos estratos de la correspondiente característica. Leyenda: EUC: Excreción urinaria de creatinina. MME: Masa muscular esquelética.

| Característica | Hallazgos |
|--|-------------------|
| Sexo | |
| • Masculino | 60 [77.9] |
| • Femenino | 17 [22.1] |
| Edad, años, media \pm desviación estándar | 29.1 \pm 8.0 |
| Talla, cm, media \pm desviación estándar | 167.6 \pm 9.2 |
| Peso, kg, media \pm desviación estándar | 65.3 \pm 14.4 |
| EUC, mg.24 horas ⁻¹ , media \pm desviación estándar | |
| • Hombres | 885.1 \pm 258.2 |
| • Mujeres | 588.4 \pm 131.8 |
| EUC, mg.24 horas ⁻¹ , percentiles | |
| • < Percentil 1 | 10 [13.0] |
| • Entre los percentiles 1 – 3 | 24 [31.2] |
| • Entre los percentiles 3 – 97 | 42 [54.5] |
| • Entre los percentiles 97 – 99 | 1 [1.3] |
| MME, kg, media \pm desviación estándar | 16.4 \pm 5.3 |
| MME, %, media \pm desviación estándar | 25.4 \pm 8.0 |
| MME < 25 % | 45 [58.4] |

Fuente: Registros del estudio.

Tamaño de la serie: 77.

Consideraciones éticas: Dado el propósito descriptivo del presente estudio, no se requirió la realización del acto correspondiente de consentimiento informado. Los datos obtenidos de los pacientes participantes se examinaron con discreción y confidencialidad, y preservando en cada momento el anonimato de los mismos.

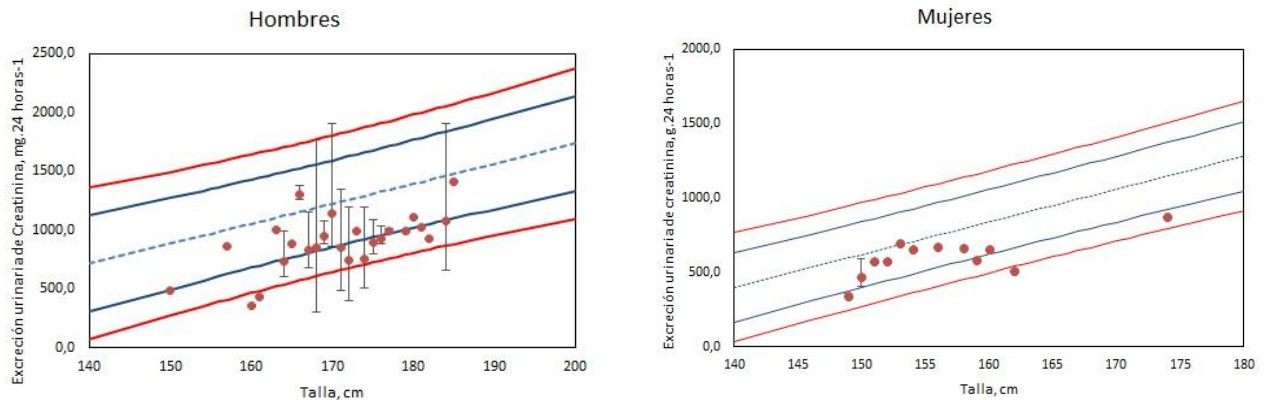
RESULTADOS

La serie de estudio quedó constituida por 77 pacientes TRM que cumplieron los criterios de inclusión. La Tabla 1 muestra las características demográficas, antropométricas y bioquímicas de los pacientes. Prevalcieron los hombres sobre

las mujeres. La edad promedio de los pacientes TRM fue de 29.1 \pm 8.0 años.

Como se hubiera anticipado, la EUC promedio fue mayor en los hombres: *Hombres*: 885.1 \pm 258.2 mg.24 horas⁻¹ vs. *Mujeres*: 588.4 \pm 131.8 mg.24 horas⁻¹ (Δ = +296.7; t-Sudent = 4.55; p < 0.05; *test* t-Student para la comparación entre muestras independientes). La EUC promedio encontrada en los hombres TRM representó el 72.7 % del estándar para un hombre adulto cubano de 35 años de edad y 170 cm de talla. Por su parte, la EUC promedio constatada en las mujeres TRM fue el 67.0 % del estándar para una mujer adulta cubana de 35 años y 160 cm de talla.

Figura 1. Estado de la excreción urinaria de creatinina en pacientes con trauma raquimedular a la admisión en el programa de rehabilitación neuromuscular. *Izquierda*: Hombres. *Derecha*: Mujeres. Se muestran los valores promedio según el sexo y la talla, junto con las cotas extremas. Las líneas continuas mostradas se corresponden con los intervalos al 95 y al 99 % de la excreción urinaria de creatinina en adultos cubanos supuestamente sanos. La línea discontinua se corresponde con el percentil 50 de la distribución de los valores esperados de la creatinina excretada en un día en la vida del sujeto.



Fuente: Registros del estudio.
Tamaño de la serie: 77.

De acuerdo con la tasa de equivalencia de la creatinina urinaria, la MME estimada fue de 16.4 ± 5.3 kg: tamaño que equivaldría al 25.4 ± 8.0 % del peso corporal del sujeto. Si se acepta que el tamaño esperado de la MME sea ≥ 25 % del peso corporal del sujeto, entonces el 58.4 % de los pacientes TRM tendría valores disminuidos de la MME a la admisión en el PRNM.

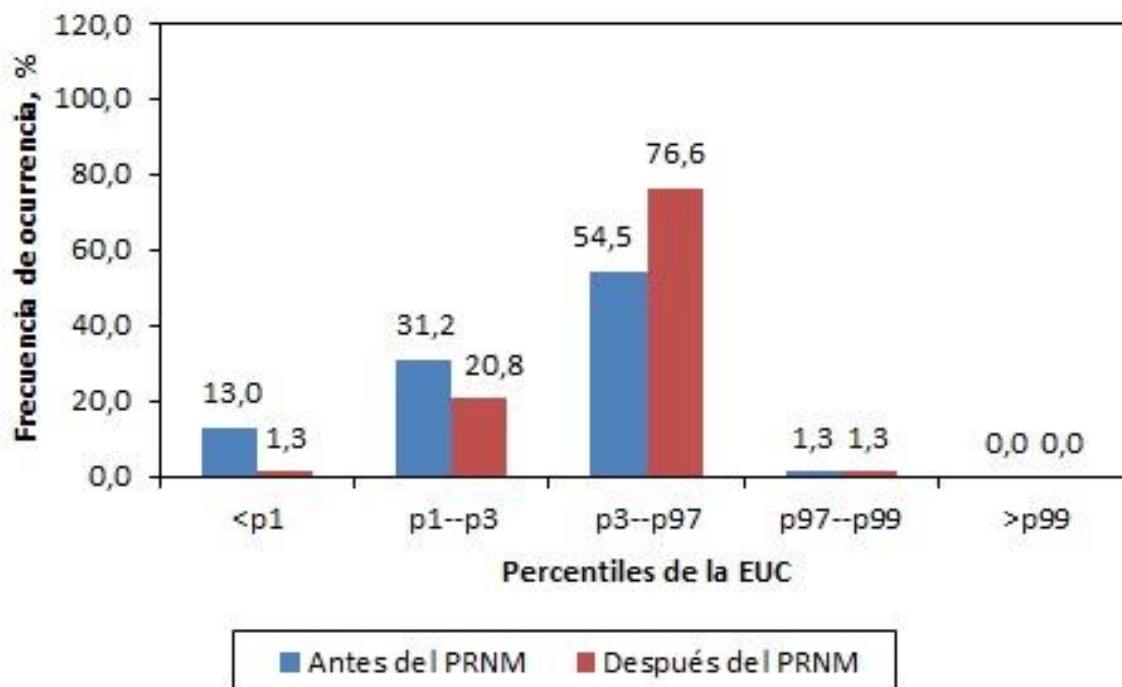
La Figura 1 muestra la distribución de los valores de la EUC según el sexo y la talla de los pacientes TRM. Si bien la mayoría simple de los valores de EUC quedó incluida dentro de los percentiles 3 – 97 de los intervalos correspondientes de referencia, tampoco se debe pasar por alto que más del 40 % de los pacientes TRM tenía valores de la EUC < percentil 3.

A la conclusión del PRNM se observó un aumento significativo en la EUC: *Hombres*: $1,012.8 \pm 207.7$ mg.24 horas⁻¹ ($\Delta = -127.7 \pm 154$ mg.24 horas⁻¹; $p < 0.05$; test

de comparación de muestras apareadas) vs. *Mujeres*: 656.5 ± 152.1 mg.24 horas⁻¹ ($\Delta = -68.1 \pm 83.7$ mg.24 horas⁻¹; $p < 0.05$; test de comparación de muestras apareadas). El incremento observado en la EUC fue independiente del sexo del paciente TRM (*Hombres*: 14.3 % vs. *Mujeres*: 11.6 %; $\Delta = +2.7$ %; $p > 0.5$; test de comparación de proporciones independientes).

La Figura 2 muestra el impacto del PRNM en la distribución de los percentiles de la EUC. La conducción del PRNM trajo consigo un desplazamiento de los percentiles de referencia de la distribución de la EUC hacia valores superiores: < *Percentil 1*: 1.3 % ($\Delta = +11.7$ % respecto de los valores observados a la admisión en el PRNM); *Entre los percentiles 1 – 3*: 20.8 % ($\Delta = +10.4$ %); *Entre los percentiles 3 – 97*: 76.6 % ($\Delta = -22.1$ %); y *Entre los percentiles 97 – 99*: 1.3 % ($\Delta = 0.0$ %); respectivamente.

Figura 2. Comportamiento de la excreción urinaria de creatinina una vez concluido el programa de rehabilitación neuromuscular. Se muestran los pacientes incluidos en cada canal percentilar de la distribución de los valores de la excreción urinaria de creatinina en adultos aparentemente sanos. Para más detalles: Consulte el texto del presente ensayo.



Fuente: Registros del estudio.
Tamaño de la serie: 77.

La MME estimada de la tasa de equivalencia de creatinina “actualizada” después de la conclusión del PRM fue de 18.7 ± 4.9 kg. El tamaño final de la MME equivalió al 28.7 ± 7.1 % del peso corporal del paciente TRM: un aumento del 3.3 ± 4.0 % respecto de los valores basales (t-Student = -7.2; $p < 0.05$; test t de Student para comparaciones apareadas). El 70.1 % de los pacientes TRM mostró valores de la MME > 25 % del peso corporal a la conclusión del PRNM.

DISCUSIÓN

Este trabajo ha presentado la respuesta de la EUC a la conducción de un PRNM en pacientes TRM. El PRNM trajo consigo un aumento significativo en la EUC, y un corrimiento hacia valores superiores de la distribución de los percentiles de este indicador. Tomando la EUC como un indicador bioquímico del tamaño de la MME, se comprobó, además, que el PRNM completado causó un aumento de la MME, y que el 77 % de los pacientes TRM egresaron del programa con un MME esperado según la normalidad biológica.

Dependiendo de la extensión de la lesión medular, el TRM suele producir una pérdida de entre el 20 – 55 % de la MME.¹⁸⁻¹⁹ La atrofia muscular resulta de varios eventos que actúan simultáneamente, y que pueden solaparse en su influencia. La atrofia muscular ocurriría por la pérdida del trofismo neurotrópico, la acreción disminuida de proteínas musculares, y la actividad incrementada de las enzimas proteolíticas intramusculares.¹⁸⁻¹⁹ La atrofia muscular también se originaría de un estrés oxidativo aumentado y de una mayor resistencia a la insulina, eventos éstos que agravarían la proteólisis muscular.²⁰⁻²¹

El ejercicio físico continuado genera señales anabólicas que mejoran la sensibilidad del miocito a la acción de la insulina, favorecen una mejor utilización de los sustratos y la energía metabólica, y promueven la acreción tisular.²²⁻²⁴ Asimismo, la incorporación de un paquete de cuidados nutricionales dentro del PRNM contribuye a sostener la acreción muscular como vía para el logro de la rehabilitación neuromotora, y con ello, la autonomía y el validismo de los pacientes con TRM.²⁵⁻²⁶

En los reportes expuestos anteriormente, el tamaño de la MME ha sido estimado indistintamente de la circunferencia del brazo no dominante y/o de las circunferencias de los segmentos corporales (esto es: brazo, muslo y pierna) del hemicuerpo no dominante.¹⁵⁻¹⁶ Consecuentemente, se han observado diferencias entre los distintos estimados de la MME, con los derivados de la circunferencia del brazo no dominante devolviendo los más “optimistas”. Si bien no constituyó un objetivo del presente trabajo evaluar la comparabilidad de los estimados del tamaño de la MME que se obtienen mediante diversos métodos de reconstrucción corporal (a falta de un método que actúe como estándar de referencia), se percibe que el obtenido mediante la tasa de equivalencia de

creatinina podría representar la aproximación más realista primero del tamaño de la MME, y del cambio causado por el PRNM después.

Lo anterior no obvia las críticas que se le han hecho a la EUC como indicador bioquímico de la MME. Para muchos, la exactitud de la EUC estaría afectada por el lugar de las carnes como fuentes de proteínas de alto valor biológico en la prescripción dietética del paciente TRM sujeto a PRNM.²⁷ No se han descrito estudios que examinen la cuantía del sesgo que la ingestión de carnes rojas introduce en la determinación de la EUC como una relación dosis-respuesta,²⁸ y es probable que la EUC determinada en los pacientes TRM esté libre de este efecto espurio, como se ha sugerido para los adultos que acuden al Servicio de Laboratorio Clínico de un hospital de referencia de la ciudad de La Habana.⁷

Se ha de tener en cuenta que la determinación de la EUC es un método doblemente indirecto de reconstrucción de la MME.²⁹⁻³⁰ No obstante, se recuerda que el 98 % de la creatinina que aparece en la orina proviene del músculo esquelético:³¹⁻³² presupuesto éste que justifica el uso de este indicador en la evaluación bioquímica del estado nutricional del paciente TRM. Igualmente, la determinación de la EUC es estrictamente dependiente de una colección de orina que sea representativa de un día en la vida del paciente. Varios estudios han documentado que la exactitud de la colección de orina puede ser tan baja como del 50 % debido a varias fuentes de error preanalítico, entre ellas, la adherencia y la cooperación del paciente TRM en la obtención de la colección de orina más exacta posible.³³ La exactitud de la colección de orina puede mejorarse mediante la determinación replicada de la EUC a lo largo de varios días: práctica factible en pacientes

de estadía hospitalaria prolongada como los afectados por el TRM.

A pesar de todas estas críticas, la interpretación juiciosa del tamaño de la MME estimado de la EUC permite otra (adicional) aproximación a la evaluación del estado nutricional del paciente TRM, y del impacto del PRNM completado en ellos. Luego, el empleo de la EUC para la estimación del tamaño de la MME corroboró los cambios positivos ocurridos en este compartimento corporal tras el completamiento del PRNM que fueron documentados con los indicadores antropométricos.¹⁵⁻¹⁶

CONCLUSIONES

Los pacientes que se admiten dentro de un PRNM se presentan con cifras disminuidas de la EUC. Completado el PRNM, se observa un aumento significativo de la EUC, y un corrimiento hacia valores superiores de los percentiles de la distribución de este indicador. El PRNM también trajo consigo un aumento del tamaño de la MME cuando ésta se estimó de la tasa de equivalencia de creatinina.

Limitaciones del estudio

No se contó con un método para la cuantificación independiente del tamaño de la MME. De haber sido así, se hubiera podido estimar la equivalencia de creatinina en los sujetos TRM. La reconstrucción de la MME a partir de la circunferencia del brazo no dominante introduce sesgos en esta relación de equivalencia por cuanto solo produce estimados de la MME que se circunscribe a la mitad superior del torso del sujeto: justamente aquella que responde máximamente al PRNM. En los trabajos mencionados¹⁵⁻¹⁶ el uso de la circunferencia del brazo no dominante puede introducir sesgos del 10 % (y más) en el tamaño estimado de la MME.

Futuras extensiones

El tamaño de la MME en el sujeto TRM se puede estimar en investigaciones futuras mediante técnicas de bioimpedancia eléctrica (BIE).³⁴ De esta manera, se tendría un estimado independiente del tamaño de la MME para así establecer la equivalencia de creatinina en el sujeto TRM, lo que serviría para establecer metas más realistas de respuesta al PRNM. Asimismo, la construcción de intervalos de predicción para la EUC propios de los sujetos TRM podría ser útil en la elaboración de pronósticos sobre el resultado y el impacto del PRNM.

SUMMARY

Introduction: *Urine creatinine excretion (UCE) has been studied as a correlate of the size of the skeletal muscle mass (SMM). In natural conditions, one gram of urine creatinine is equivalent to 17 – 23 kg of SMM. Spinal cord injury (SCI) is cause for paraplegia, visceral and vegetative damages, and disabilities. SCI is also associated with significant loss of SMM.*

Objective: *To document the behavior of UCE in SCI patients that are admitted to a hospital program of neuromuscular rehabilitation (PNMR).*

Study location: *Program of Neurological Rehabilitation of the CIREN International Center for Neurological Restoration of Havana (Cuba).*

Study design: *Retrospective, analytical.*

Study serie: *Seventy seven patients (Males: 77. 9 %; Average age: 29.1 ± 8.0 years) admitted to the PNMR.*

Methods: *UCE basal values (before implementation of the PNMR) were distributed according sex and height of the SCI subject, and were contrasted with the reference standards for Cuban adults, supposedly healthy, of either sex, with ages between 19 – 58 years. Change occurred in UCE after concluding the PNMR was assessed.*

Results: *UCE was lower in SCI patients at admission in the PNMR: Males: 885.1 ± 258.2 mg.24 hours⁻¹ (Δ = 72.7 % when compared with the standard for a male of 35 years of age and 170 cm of height) vs. Women:*

588.4 ± 131.8 mg.24 hours⁻¹ (Δ = 67.0 % regarding the standard for a woman of 35 years of age and 160 cm of height). UEC represented 25.4 ± 8.0 % of the subject's body weight. Fifty-eight point four percent of the SCI patients had diminished UCE values on admission into the PNMR. A significant increase in UCE was observed at the conclusion of the PNMR: Males: 1,012.8 ± 207.7 mg.24 hours⁻¹ (Δ = -127.7 ± 154 mg.24 hours⁻¹; p < 0.05; test for the comparison of paired samples) vs. Women: 656.5 ± 152.1 mg.24 hours⁻¹ (Δ = -68.1 ± 83.7 mg.24 hours⁻¹; p < 0.05; test for the comparison of paired samples). **Conclusions:** SCI is associated with a significant reduction in UCE. A significant increase in UCE was observed at the conclusion of the PNMR. **Zamora Pérez F, Santana Porbén S.** On the urinary excretion of creatinine in patients subjected to neuromotor rehabilitation. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2022;32(2): 313-323. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

Subject headings: Spinal cord injury / Urinary creatinine excretion / Body composition / Neuromotor rehabilitation.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Walser M. Creatinine excretion as a measure of protein nutrition in adults of varying age. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1987;11(Suppl):S73-S78.
- Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:316-322.
- Talbot NB, Broughton F. Measurement of obesity by the creatinine coefficient. *Am J Dis Child* 1938;55:42-50.
- Wang ZM, Sun YG, Heymsfield SB. Urinary creatinine-skeletal muscle mass method: A prediction equation based on computerized axial tomography. *Biomed Environ Sci* 1996;9:185-90.
- Blackburn GL, Benotti PN, Bistran BR, Bothe A, Maini BS, Schlam HT, Smith MF. Nutritional assessment and treatment of hospital malnutrition. *Infusionsther Klin Ernährung* 1979;6: 238-50.
- Bacallao Méndez R, Badell Moore A. La creatinina como indicador del tejido muscular esquelético y el estado nutricional [Editores: Bacallao Méndez R, Santana Porbén S]. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2015;25(1 Supl 1): S4-S23.
- Barreto Penié J, Santana Porbén S, Consuegra Silverio D. Intervalos de referencia locales para la excreción urinaria de creatinina en una población adulta. *Nutrición Hospitalaria [España]* 2003;18:65-75.
- Santana Porbén S. Valores locales de referencia para la excreción urinaria de creatinina: Una actualización. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2014;24: 220-30.
- García SM. Trauma raquímedular. *Morfología* 2015;7(1):0-0. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/50590>. Fecha de última visita: 7 de Febrero del 2022.
- Hauwe LVD, Sundgren PC, Flanders AE. Spinal trauma and spinal cord injury (SCI). En: *Diseases of the brain, head and neck, spine 2020-2023*. Springer. Champaign [Ill]: 2020. pp. 231-240.
- Padilla-Zambrano H, Ramos-Villegas Y, Alvis-Miranda HR, Joaquin AF, Moscote-Salazar LR. Fisiopatología del trauma raquímedular. *Rev Mex Neurociencia* 2017;18:45-53.
- Giangregorio L, McCartney N. Bone loss and muscle atrophy in spinal cord injury: Epidemiology, fracture prediction, and rehabilitation strategies. *J Spinal Cord Med* 2006;29:489-500.
- Martínez ÁH. La rehabilitación terapéutica a pacientes parapléjicos: Impacto desde las tecnologías. *PODIUM Rev Cienc Tecnol Cultura Física* 2017;12(1):21-30. Disponible en:

- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6173966>. Fecha de última visita: 7 de Febrero del 2022.
14. Drasites KP, Shams R, Zaman V, Matzelle D, Shields DC, Garner DP: *et al.* Pathophysiology, biomarkers, and therapeutic modalities associated with skeletal muscle loss following spinal cord injury. *Brain Sci* 2020;10(12):933. Disponible en: <http://doi:10.3390/brainsci10120933>. Fecha de última visita: 7 de Febrero del 2022.
 15. Zamora Pérez F, Santos Hernández C, Alvarez CR, Suárez Monteagudo C, Hernández González E, Morúa-Delgado Varela LP; *et al.* Influencia de la rehabilitación neuromuscular en el estado nutricional del paciente con trauma raquímedular dorsolumbar. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2011;21:14-34.
 16. Zamora Pérez F, González Martínez CS, Hernández González E, Díaz de la Fe A, García Lujardo Y, Santos Hernández C. Impacto de un programa de restauración neurológica sobre el status antropométrico del paciente con trauma raquímedular dorsolumbar. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2020;30:339-51.
 17. Santana Porbén S, Martínez Canalejo H. *Manual de Procedimientos Bioestadísticos*. Editorial EAE Académica Española. Madrid: 2012.
 18. Baligand C, Chen YW, Ye F, Pandey SN, Lai SH, Liu M, Vandenborne K. Transcriptional pathways associated with skeletal muscle changes after spinal cord injury and treadmill locomotor training. *Biomed Res Int* 2015;2015:387090. Disponible en: <http://doi:10.1155/2015/387090>. Fecha de última visita: 8 de Febrero del 2022.
 19. Castro MJ, Apple Jr DF, Staron RS, Campos GE, Dudley GA. Influence of complete spinal cord injury on skeletal muscle within 6 mo of injury. *J Appl Physiol* 1999;86:350-8.
 20. O'Brien LC, Chen Q, Savas J, Lesnefsky EJ, Gorgey AS. Skeletal muscle mitochondrial mass is linked to lipid and metabolic profile in individuals with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol* 2017;117(11):2137-47. Disponible en: <http://doi:10.1007/s00421-017-3687-9>. Fecha de última visita: 9 de Febrero del 2022.
 21. O'Brien LC, Gorgey AS. Skeletal muscle mitochondrial health and spinal cord injury. *World J Orthop* 2016;7(10):628-37. Disponible en: <http://doi:10.5312/wjo.v7.i10.628>. Fecha de última visita: 9 de Febrero del 2022.
 22. Hicks AL, Martin Ginis KA, Pelletier CA, Ditor DS, Foulon B, Wolfe DL. The effects of exercise training on physical capacity, strength, body composition and functional performance among adults with spinal cord injury: A systematic review. *Spinal Cord* 2011;49:1103-27.
 23. Anneken V, Hanssen-Doose A, Hirschfeld S, Scheuer T, Thietje R. Influence of physical exercise on quality of life in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord* 2010;48:393-9.
 24. Hicks AL, Martin KA, Ditor DS, Latimer AE, Craven C, Bugaresti J, McCartney N. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: Effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. *Spinal Cord* 2003;41:34-43.
 25. Khalil RE, Gorgey AS, Janisko M, Dolbow DR, Moore JR, Gater DR. The role of nutrition in health status after spinal cord injury. *Aging Dis* 2013;4:14-22.
 26. Bigford G, Nash MS. Nutritional health considerations for persons with spinal cord injury. *Top Spinal Cord Injury Rehab* 2017;23:188-206.

27. Cross AJ, Major JM, Sinha R. Urinary biomarkers of meat consumption. *Cancer Epidemiol Prevent Biomark* 2011;20:1107-11.
28. Brosnan ME, Brosnan JT. The role of dietary creatine. *Amino Acids* 2016;48(8):1785-91. <https://doi.org/10.1007/s00726-016-2188-1>. Fecha de última visita: 10 de Febrero del 2022.
29. Heymsfield SB, Arteaga C, McManus C, Smith J, Moffitt S. Measurement of muscle mass in humans: Validity of the 24-hour urinary creatinine method. *Am J Clin Nutr* 1983;37:478-94.
30. Virgili F, Maiani G, Zahoor ZH, Ciarapica D, Raguzzini A, Ferro-Luzzi A. Relationship between fat-free mass and urinary excretion of creatinine and 3-methylhistidine in adult humans. *J Appl Physiol* 1994;76:1946-50.
31. Forbes GB, Bruining GJ. Urinary creatinine excretion and lean body mass. *Am J Clin Nutr* 1976;29:1359-65.
32. Miller AT, Blyth CS. Estimation of lean body mass and body fat from basal oxygen consumption and creatinine excretion. *J Appl Physiol* 1952;5:73-8.
33. John KA, Cogswell M.E, Campbell NR, Nowson CA, Legetic B, Hennis AJ, Patel SM. Accuracy and usefulness of select methods for assessing complete collection of 24-hour urine: A systematic review. *J Clin Hypertens* 2016;18:456-67.
34. Flury S, Trachsler J, Schwarz A, Ambühl PM. Quantification of excretory renal function and urinary protein excretion by determination of body cell mass using bioimpedance analysis. *BMC Nephrology* 2015;16:174-86. Disponible en: <http://doi:10.1186/s12882-015-0171-9>. Fecha de última visita: 18 de Febrero del 2022.