

Centro Internacional de Restauración Neurológica de La Habana.

## INFLUENCIA DE LA REHABILITACIÓN NEUROMUSCULAR EN EL ESTADO NUTRICIONAL DEL PACIENTE CON TRAUMA RAQUIMEDULAR DORSOLUMBAR

Francisca Zamora Pérez<sup>1</sup>, Carmen Santos Hernández<sup>2</sup>, Carmen Rosa Alvarez<sup>3</sup>, Carlos Suárez Monteagudo<sup>4</sup>, Elizabeth Hernández González<sup>5</sup>, Lissette del Pilar Morúa-Delgado Varela<sup>6</sup>, María Luisa Rodríguez Cordero<sup>7</sup>, Martha Gorris González<sup>8</sup>, Carlos González Martínez<sup>9</sup>.

### RESUMEN

**Justificación:** El trauma raquimedular es causa de paraplejía, daños viscerales y vegetativos, distrofia muscular, discapacidad, y trastornos nutricionales. El estado nutricional pudiera afectar la respuesta a la rehabilitación neuromuscular. **Material y método:** Cuarenta pacientes parapléjicos (Hombres: 75%), menores de 40 años, recibieron 8 sesiones semanales de 38.5 horas cada una de ejercicios estructurados en diferentes dominios de la función neuromuscular dentro del Programa de Rehabilitación Neurológica del CIREN Centro Internacional de Restauración Neurológica de La Habana (Cuba). Se cuantificó la masa muscular esquelética del paciente a partir de la circunferencia del brazo y la excreción urinaria de creatinina. **Resultados:** La rehabilitación neurológica resultó en mejoría de la actividad motora, la sensibilidad a la estimulación táctil y dolorosa, y el validismo y autonomía. Se observó un incremento de la circunferencia del brazo y la excreción urinaria de creatinina tras el completamiento del programa de rehabilitación. Las diferencias observadas en los estimados del músculo esquelético pueden reconciliarse si se tiene en cuenta que la musculatura de la cintura escapular responde mejor a la rehabilitación neuromuscular, antes que otros grupos musculares más afectados por la paraplejía. **Conclusiones:** El régimen de neurorrehabilitación aplicado, intensivo y de corta duración, trajo consigo cambios medibles en el índice de Barthel y las dimensiones motoras y sensitivas de la escala ASIA, junto con un aumento de la circunferencia del brazo y la excreción urinaria de creatinina, indicadores éstos que constituyen signos mayores de pronóstico de la rehabilitación. **Zamora Pérez F, Santos Hernández C, Alvarez CR, Suárez Monteagudo C, Hernández González E, Morúa-Delgado Varela LP, Rodríguez Cordero ML, Gorris González M, González Martínez M. Influencia de la rehabilitación neuromuscular en el estado nutricional del paciente con trauma raquimedular dorsolumbar. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2011;21(1):14-34. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.**

**Descriptor DeCS:** Trauma raquimedular / Lesión de médula espinal / Antropometría / Estado nutricional / Neurorrehabilitación / Excreción urinaria de creatinina.

<sup>1</sup> Especialista de Segundo Grado en Medicina Interna. Máster en Nutrición en Salud Pública. Profesora Asistente. Investigadora agregada. <sup>2</sup> Especialista de Segundo Grado en Nutrición y Metabolismo. Doctora en Ciencias Médicas. Profesora Titular. Investigadora titular. <sup>3</sup> Especialista de Segundo Grado en Medicina Física y Rehabilitación. <sup>4</sup> Especialista de Primer Grado en Neurología. <sup>5</sup> Especialista de Segundo Grado en Medicina Interna. <sup>6</sup> Especialista de Primer Grado en Bioestadísticas. <sup>7</sup> Especialista en Información Científico Técnica. <sup>8</sup> Licenciada en Nutrición. <sup>9</sup> Licenciado en Cultura Física.

Recibido: 29 de Noviembre del 2010. Aceptado: 6 de Enero del 2011.

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

Correo electrónico: [francisca.zamora@infomed.sld.cu](mailto:francisca.zamora@infomed.sld.cu)

## INTRODUCCIÓN

El traumatismo raquímedular (TRM) incluye todas las lesiones traumáticas que afectan las diferentes estructuras (osteoligamentosas, cartilaginosas, musculares, vasculares, meníngeas, radicales y medulares) de la columna vertebral a cualquiera de sus niveles.<sup>1-2</sup> Cerca del 55% de las lesiones de la médula espinal (LME) se producen en la región cervical.<sup>2-3</sup> El otro porcentaje de las LME se distribuye uniformemente entre las topografías torácicas, lumbar y sacra.<sup>3</sup> El TRM constituye un evento catastrófico que se acompaña de daños a otros sistemas del organismo, y tiene consecuencias de largo alcance para la salud, la independencia, el desempeño y la capacidad productiva de los que sobreviven a la lesión inicial. La LME supone grados variables de discapacidad dependientes del nivel topográfico del daño medular, la gravedad del mismo, factores ambientales, la edad y el sexo del enfermo, junto con otros aspectos individuales. El portador de una LME se verá afectado de parálisis a diferentes niveles y grados de extensión, pérdida de la sensibilidad periférica, disfunción sexual, trastornos del control del esfínter vesical que conducen a vaciamiento incompleto de la vejiga y dificultades de la micción; y alteración de la motilidad intestinal; unido a consecuencias psíquicas, sociales y económicas que conlleva dicha condición de minusvalía física permanente o irreversible.<sup>3</sup>

El TRM es una causa importante de discapacidad crónica. La incidencia en los países desarrollados varía entre 11.5 y 53.4 casos nuevos por cada millón de personas.<sup>1</sup> Estas cifras no incluyen a los pacientes que mueren en el momento de la lesión. Uno de cada 40 pacientes ingresados en centros de traumatología sufre de LME. Los hombres constituyen

aproximadamente el 85% de los pacientes con LME, y cerca del 70% tiene menos de 40 años de edad. Para los pacientes que sobreviven hasta la llegada al hospital, la tasa de mortalidad publicada es del orden del 4.4-16.7%. El costo estimado de los cuidados de un paciente con LME en 1990 fue de 4 billones de dólares. Solo en la Unión Europea, la prevalencia anual de 330,000 personas, mientras que la incidencia es de 11,000 casos.<sup>2</sup> En los Estados Unidos el número de personas que viven con secuelas de una LME ha sido estimado entre 227,080 y 300,938, con una incidencia anual de 12,000 casos nuevos.<sup>2-3</sup> En lo que respecta a Cuba, no se disponen estimados de la incidencia y prevalencia de la LME.

La comprensión de la etio- y fisiopatogenia de las LME ha coincidido con los episodios bélicos que han asolado a la humanidad en los últimos 100 años. El primer estudio documentado de los efectos de la sección espinal total y súbita fue hecho por Theodor Kocher en 1896 después del estudio de 15 pacientes. Riddoch primero, y Head más tarde, describieron lo que se considera hoy las características clásicas de la sección espinal en humanos, coincidentemente con la Primera Guerra Mundial. L'Hermitte por un lado, y Guillain y Barré, por el otro, trabajando independientemente en Francia, aportaron elementos adicionales al cuadro clínico de la LME.<sup>4</sup>

Con la Segunda Guerra Mundial se alcanzó un punto climático en la comprensión y el tratamiento de las LME. El advenimiento de la era de los antibióticos permitió la supervivencia de soldados con tales lesiones que de otra manera hubieran fallecido irremisiblemente, y con ello, brindó una oportunidad única para observaciones prolongadas en el tiempo sobre la

evolución de la LME y la respuesta a los tratamientos de la época. Como consecuencia de ello, los cuidados médicos y la rehabilitación de los parapléjicos fueron perfeccionados, y se reconoció finalmente la importancia de los meticulosos cuidados médicos durante la fase aguda de la LME, y la necesidad de prevenir los problemas secundarios anotados en estos pacientes, como la úlcera por presión, la osteomielitis, las infecciones urinarias, la desnutrición, la espasticidad, la osteoporosis, y la depresión, por citar algunos, aún cuando el déficit neurológico presente no fuera reversible.<sup>4</sup> Esta nueva visión en el tratamiento de la LME se sustenta en la “neuroplasticidad”: el concepto unificador esencial para la comprensión de procesos tan aparentemente disímiles como el aprendizaje y la recuperación de las funciones luego de una lesión neurológica.<sup>5-6</sup> Como resultado de lo anteriormente expuesto, la expectativa de vida después del TRM ha ido aumentando gradualmente, en relación con épocas pasadas en la medida que el conocimiento y las tecnologías médicas y quirúrgicas se han perfeccionado en el mundo.

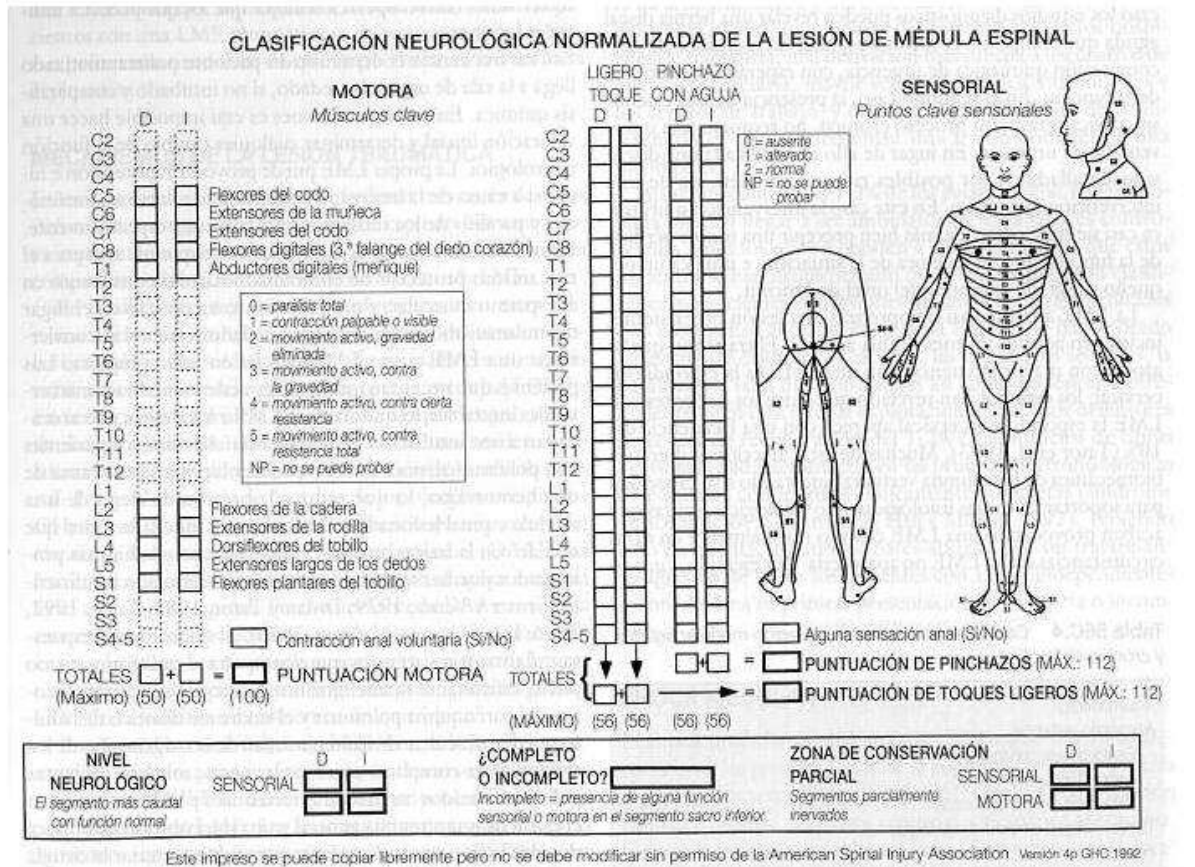
El CIREN Centro Internacional de Restauración Neurológica de La Habana ha desarrollado un PRN Programa de Restauración Neurológica diseñado sobre una estrategia multidisciplinaria orientada a la recuperación funcional del sistema nervioso dañado mediante la estimulación de la neuroplasticidad.<sup>7</sup> El Programa PRN prescribe la diferenciación individual del paciente con LME de acuerdo con el perfil clínico, la combinación racional y multidisciplinaria de los métodos terapéuticos existentes en la institución, y la utilización de técnicas de aprendizaje y entrenamiento deportivo especializado aplicadas de forma intensiva (Anexo 1).

Con la presente investigación se pretende medir el efecto del Programa

PRN sobre indicadores selectos del estado de salud y nutricional del paciente con LME, así como la respuesta del mismo en términos de la restauración de la autonomía, validismo y la capacidad de desempeñarse por sí mismo.

**Exposición del objeto de la investigación:** El Programa PRN está orientado a la rehabilitación de las secuelas neurológicas y funcionales presentes en el paciente con LME consecutiva a trauma raquimedular. Se percibe que la respuesta del enfermo al Programa está condicionada por numerosos factores. Los trastornos nutricionales (sean éstos tanto por defecto como por exceso) deben incluirse dentro de los factores causales.<sup>8</sup> No obstante, y a pesar de la afirmación hecha, existen pocas evidencias de la influencia del estado nutricional sobre la respuesta del paciente a la rehabilitación neurofuncional. Luego, el presente estudio se propuso responder a las preguntas siguientes: ¿Existe una relación entre la rehabilitación neurofuncional y el estado nutricional del paciente? ¿Puede influir el Programa PRN de Restauración Neurológica influir sobre el estado nutricional y la evolución de la discapacidad del paciente con LME secundaria a trauma raquimedular? En correspondencia con lo anterior, se avanzaron los objetivos siguientes: establecer el estado nutricional de los pacientes con LME secundaria a trauma raquimedular dorsolumbar en el momento de la admisión en el Programa PRN del CIREN; caracterizar la condición neurológica del enfermo a la admisión en el Programa; determinar la relación (si existe) entre el estado nutricional y la respuesta a la rehabilitación neurofuncional; y registrar los cambios que ocurran en indicadores selectos del estado nutricional y la función neuromuscular tras el completamiento del Programa.

Figura 1. Instrumento para la Clasificación Neurológica Normalizada de la Lesión de Médula Espinal propuesta por la Sociedad Norteamericana de Lesionados Medulares (también reconocida como ASIA American Spinal Injury Society).



Referencia: [9].

## MATERIAL Y MÉTODO

**Diseño del estudio:** Se realizó un estudio longitudinal, prospectivo, analítico, con 2 cortes transversales, con los pacientes con secuelas neurológicas crónicas producidas por lesiones raquimedulares traumáticas dorsales y lumbares (T1-L3) remitidos de la Clínica de Afecciones Raquimedulares, Neuromusculares y Esclerosis Múltiple del CIREN para la inclusión en el

Programa PRN de Restauración Neurológica, entre los meses de Junio del 2008 y Mayo del 2009, ambos inclusive; y que cumplieron los criterios de inclusión prescritos para la presente investigación. De cada paciente a la admisión en el Programa se registraron: la edad, el sexo y el nivel de la lesión: Torácica alta (T1-T9); Torácica baja (T10-T12); y Lumbar (L1-L3); respectivamente.

**Clasificación del daño neurológico**

**presente:** El estado del daño neurológico presente en el paciente con LME se estableció mediante la Clasificación Neurológica del Lesionado Medular propuesta por la Sociedad Norteamericana de Lesionados Medulares (también reconocida como *ASIA American Spinal Injury Society*).<sup>9</sup> El daño neurológico se estableció de la afectación de las funciones motoras, sensitivas y esfinterianas, según se registró en el enfermo con LME después del relleno del formulario presentado en la Figura 1. En base a los hallazgos documentados, el paciente se asignó a cualquiera de 5 categorías posibles, como se muestra a continuación:

impedimentos al uso de la vía oral para el sostén del estado nutricional; tolerancia demostrada al menú alimentario ofrecido durante la ventana de observación del estudio; y aceptación de ser incluido en el presente estudio, con la firma de la correspondiente acta de consentimiento informado.

**Criterios de exclusión:** Se excluyeron del estudio aquellos enfermos con presencia de deterioro mental y/o complicaciones psiquiátricas del trauma sufrido; presencia de enfermedades debilitantes durante la ventana de observación del estudio; ocurrencia de eventos que descalifiquen la continuidad del tratamiento en la institución, a saber: fracturas, trombosis venosa profunda,

Categoría	Descripción	Criterios
A	Daño completo	Ausencia de función sensitiva y motora en los segmentos S4-S5
B	Daño motor completo	Presencia de función sensorial, sin función motora, por debajo del nivel de la lesión neurológica, incluyendo los segmentos sacros S4-S5
C	Daño motor incompleto pero sin capacidad de movimiento activo	Función motora presente por debajo del nivel de la lesión neurológica, pero donde más de la mitad de los músculos claves por debajo del nivel de lesión no muestran movimiento activo, o si acaso, movimiento activo si se elimina el efecto de la gravedad
D	Daño motor incompleto con capacidad de movimiento activo	Función motora presente por debajo del nivel de lesión, donde al menos la mitad de los músculos claves por debajo del nivel neurológico muestran movimiento activo aún en contra del efecto de la gravedad
E	Ausencia de daño motor	Funciones sensitivas y motoras conservadas, junto con contracción voluntaria del esfínter anal. Se incluyen también en este nivel aquellos enfermos con preservación de la función motora en más de tres segmentos por debajo del nivel de la lesión

**Criterios de inclusión:** Se admitieron en el presente estudio los pacientes de cualquier sexo, con LME secundaria a trauma raquimedular dorsolumbar; edades entre 20-40 años; completamiento del programa prescrito de tratamiento neurorestaurativo; ausencia de trastornos de la deglución; ausencia de

úlceras por presión, intervenciones quirúrgicas; situaciones de fallo orgánico: renal, cardíaco, hepático; incumplimiento de las actividades prescritas por el Programa PRN; negación del paciente de ser incluido en el estudio; y abandono voluntario del Programa PRN.

Figura 2. Procedimiento para la obtención de la Hemibraza izquierda en un paciente con LME secundaria a trauma raquimedular dorsolumbar.



Foto: Cortesía de la autora principal.

**Evaluación del validismo y autonomía del paciente:** La capacidad del paciente con LME para atender sus propias necesidades se midió mediante la “Escala de Evaluación de las Actividades básicas de la Vida diaria” propuesta por Mahony y Barthel.<sup>10</sup> La escala mide la capacidad del enfermo para ejecutar 10 actividades propias de la vida diaria (Comer, Bañarse, Vestirse, Arreglarse, Defecar, Orinar, Usar el retrete, Moverse entre la cama y una silla, Deambular, Subir y bajar escaleras) mediante la asignación de un puntaje en cada ítem como sigue: 0: Dependiente; 5: Necesitado de ayuda para el cumplimiento de la actividad; y 10: Independiente; respectivamente. El enfermo se ubicó en cualquiera de 5 categorías, de acuerdo a la suma de puntos obtenida tras el completamiento del instrumento: *Dependencia total:* 0-20; *Dependencia importante:* 21-39; *Dependencia moderada:* 40-55; *Dependencia leve:* 56-99; e *Independencia:* 100; respectivamente.

La escala ASIA de daño neurológico y la evaluación del validismo mediante el índice de Barthel fueron realizadas por un especialista en Medicina Física y Rehabilitación del centro que ha sido entrenado en estos procedimientos, y que está especializado en la atención al paciente con LME.

**Perfil antropométrico:** De cada uno de los pacientes incluidos en el presente estudio se obtuvo un Perfil nutricional compuesto de las siguientes mediciones: Talla, Peso, Circunferencia de los segmentos corporales (Brazo/Muslo/Pantorrilla), y Pliegues cutáneos en el punto medio del segmento corporal. Las mediciones antropométricas fueron hechas por el personal entrenado del LEIS Laboratorio de Evaluación Integral Sicomotriz del centro siguiendo recomendaciones de alcance internacional.<sup>11</sup>

La Talla se estimó de la hemibraza izquierda (HBI) del enfermo (como se aprecia en la Figura 2) mediante la fórmula:  $Talla = \alpha + \beta * HBI$ , donde  $\alpha$ ,  $\beta$ : parámetros dependientes del sexo y la edad del enfermo:

Edad, años	Hombres		Mujeres	
	20 – 39	40 – 59	20 – 39	40 – 59
$\alpha$	56.9680	53.6698	58.8278	59.8810
$\beta$	1.2780	1.3079	1.2172	1.1892

El peso se midió en una báscula SECA 664 (Bad Homburg, Alemania) diseñada especialmente para discapacitados (como se muestra en la Figura 3), en horas de la mañana, antes del almuerzo; y después de que el paciente evacuó los emuntorios.

Las circunferencias de los segmentos corporales se midieron en el hemicuerpo izquierdo con una cinta inelástica en el punto medio del brazo: entre el acromion y el olecranon; y muslo: entre el pliegue inguinal y el borde proximal de la patela,

con la rodilla extendida. En el caso de la circunferencia de la pantorrilla, la medición se hizo en el lugar de máxima convexidad de la misma, estando el paciente sentado sobre una mesa con las piernas colgando libremente. En el punto de referencia se registraron los pliegues cutáneos con un plicómetro.<sup>11</sup>

**Reconstrucción de la masa muscular esquelética:** La masa muscular esquelética (MME) del paciente se reconstruyó a partir de las mediciones antropométricas y la excreción urinaria de creatinina, según ecuaciones matemáticas descritas previamente:

Figura 3. Procedimiento para el registro del peso en un paciente con LME secundaria a trauma raquimedular dorsolumbar



Fotos: Cortesía de la autora principal.

**Perfil bioquímico:** De cada uno de los pacientes incluidos en el presente estudio se obtuvo un Perfil bioquímico integrado por las siguientes determinaciones: Hemoglobina, Volumen Corpuscular Medio (VCM), Conteo Total de Linfocitos (CTL), Albúmina sérica, Colesterol sérico, HDL-Colesterol, Triglicéridos séricos, y Excreción urinaria de Creatinina. Las determinaciones bioquímicas se hicieron en el Servicio de Laboratorio Clínico del centro, de acuerdo con los procedimientos definidos localmente.

$$\begin{aligned} \text{MME, Kg} = & \text{Talla} * [0.00744 * \text{CAG}^2 \\ & + 0.00088 * \text{CTG}^2 + 0.00441 * \text{CCG}^2] \\ & + 2.4 * \text{Sexo} \\ & - 0.048 * \text{Edad} + \text{Etnicidad} + 7.8 \end{aligned} \quad (1)$$

Donde CAG/CTG/CCG: Circunferencia del segmento corporal (A: Brazo, T: Muslo, C: Pierna); Sexo = 0: Mujer; 1: Hombre; Etnicidad = 2.0: Asiáticos; 1.1: Afronorteamericanos; 0: Blancos e hispanos.<sup>12-13</sup>

$$\text{MME, Kg} = [\text{Talla}] * [0.0264 + (0.0029 * \text{AMBc})] \quad (2)$$

Donde AMBc: Área Muscular del Brazo corregida para el área ósea.  $AMBc = AMB - K$ ; donde K: Constante dependiente del sexo del paciente: *Hombres*:  $K = 10.0$ ; *Mujeres*:  $K = 6.5$ ; respectivamente.<sup>14</sup>

$$MME, Kg = \text{Creatinina excretada en 24 horas, mg.} \cdot 24 \text{ h}^{-1} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

Donde

$$\text{Creatinina excretada en 24 horas, mg.} \cdot 24 \text{ h}^{-1} = \text{Creatinina excretada en 24 horas, } \mu\text{mol.} \cdot 24 \text{ h}^{-1} \cdot 0.113 \quad (4)$$

Se ha demostrado que 1 gramo de Creatinina excretada en una colección de orina de 24 horas equivale a 20 Kg de músculo esquelético.<sup>15-19</sup>

**Evaluación nutricional:** El estado nutricional se estableció del valor corriente del IMC Índice de Masa Corporal: Desnutrido:  $< 18.5 \text{ Kg.m}^{-2}$ ; No Desnutrido: Entre  $18.5-24.9 \text{ Kg.m}^{-2}$ ; y Exceso de peso:  $\geq 25.0 \text{ Kg.m}^{-2}$ ; respectivamente.

**Evaluación dietética de la oferta alimentaria:** La composición nutrimental de los menús ofrecidos al paciente durante la ventana de observación del estudio se estimó de la inspección de las cartas tecnológicas de los mismos mediante un sistema informático dedicado.<sup>20</sup> La oferta nutrimental se ajustó según el sexo del enfermo: *Hombres*:  $43.5 \text{ Kcal.Kg}^{-1} \cdot 24 \text{ horas}^{-1}$  vs. *Mujeres*:  $32.4 \text{ Kcal.Kg}^{-1} \cdot 24 \text{ horas}^{-1}$ . La distribución de la energía nutrimental fue como sigue: Proteínas: 23.0% de la energía ofertada; Grasas: 24.0%; y Carbohidratos: 53.0%; respectivamente. La oferta de azúcares se ajustó al 13.7% de la energía nutrimental diaria, mientras que la de fibra dietética comprendió 30 gramos diarios. Se aseguró la constancia de la oferta alimentaria durante la duración del programa de neuro-

rrehabilitación (datos no mostrados). También se controló la oferta de micronutrientes selectos como el Zinc, Calcio, Vitamina C, y fibra dietética:

Indicador	Hombres	Mujeres
Energía, Kcal.Kg <sup>-1</sup> .24 horas <sup>-1</sup>	43.5	32.4
Proteínas, g.Kg <sup>-1</sup> .24 horas <sup>-1</sup>	2.4	1.84
Grasas, g.Kg <sup>-1</sup> .24 horas <sup>-1</sup>	1.15	0.86
Proteínas, % de la oferta energética	23.0	23.0
Grasas, % de la oferta energética	24.0	24.0
Carbohidratos, % de la oferta energética	53.0	53.0
Azúcares, % de la oferta energética	13.7	13.7
Zinc, mg.24 horas <sup>-1</sup>	11.3	11.3
Calcio, mg.24 horas <sup>-1</sup>	537.7	537.7
Vitamina C, mg.24 horas <sup>-1</sup>	111.6	111.6
Fibra dietética, g.24 horas <sup>-1</sup>	30.2	30.2

No se condujeron estudios ulteriores para evaluar el cumplimiento de la oferta alimentaria hecha al LME durante la permanencia en el programa y/o calificar los ingresos dietéticos del paciente.

**Implementación y conducción del programa de restauración neurológica:** Después de evaluados el daño neurológico y el validismo y la autonomía del paciente, se diseñó el programa de restauración neurológica adecuado para la recuperación del déficit neuro-muscular, el mantenimiento a largo plazo de la función motora, la reducción de la discapacidad, y la mejoría de la calidad de vida de los pacientes. El programa fue implementado y ejecutado por un equipo multidisciplinario donde concurren Enfermería, Rehabilitación física,



Fisiatría, Psicología, Medicina interna y Neurología.

El Anexo 1 muestra los objetivos del programa de neurorrehabilitación según el estado clínico del enfermo, y los objetivos a cumplir. El programa se ejecutó por fases. Los objetivos del programa se lograron mediante diferentes técnicas de rehabilitación convencional, como compensación, neurodesarrollo y estimulación repetitiva; asociadas al entrenamiento deportivo de la capacidad física general del enfermo, así como la tolerancia al ejercicio. El programa de restauración neurológica se extendió durante 8 semanas, a razón de 38.5 horas cada una, distribuidas de la manera siguiente: Lunes a Viernes: 7 horas (2 sesiones diarias); y Sábados: 3.5 horas. Las actividades prescritas en el programa se dosificaron en 3 etapas: Preparación física general (PFG): 5 semanas/31.5 días/192.5 horas de tratamiento; Preparación física especial (PFE): 2 semanas/11.5 días/77 horas; y Preparación funcional (PF): 1 semana/5.5 días/38.5 horas; respectivamente. La carga física se ajustó como sigue: PFG: 60%; PFE: 30%; y PF: 10%; respectivamente. Durante las primeras 7 semanas del programa (fase prefuncional: PFG + PFE) se ejecutaron movilizaciones pasivas; ejercicios para la reducción del tono muscular y el aumento de la fuerza muscular y la capacidad física general; movilización activa de los diferentes segmentos corporales; y tratamiento del dolor. La última semana del programa (fase funcional) comprendió ejercicios de compensación, transferencias, balance, postura, marcha y habilidades manipulativas. El tratamiento farmacológico prescribió la utilización de medicamentos para la modulación de las disfunciones provocadas por la lesión neurológica, como la espasticidad, la

vejiga neurogénica, el intestino neurógeno, y el dolor neuropático.

Concluido el programa de rehabilitación neurológica, se evaluó el daño neurológico residual junto con el estado de la autonomía y validismo del enfermo; y se obtuvieron los perfiles antropométricos y bioquímicos previamente descritos para evaluar la influencia del programa sobre el estado de los indicadores incluidos dentro de los mismos.

**Aspectos éticos del estudio:** Los pacientes y familiares fueron informados de los objetivos del presente estudio, empleando para ello un lenguaje sencillo y comprensible. Se les aseguró que la inclusión en el presente estudio sería anónima, y la información recaudada como parte de las actividades prescritas por el programa se trataría con todas las reservas del caso, y no sería revelada a terceras partes sin el consentimiento expreso del paciente y el familiar (o en su defecto, el cuidador, guardia o custodio). También se les aseguró que la decisión de no participar en el proyecto no influiría sobre la calidad de los servicios médicos que recibiría en la institución. Se evitó en todo momento el uso de expresiones que indujeran al paciente a renunciar a cualquiera de sus derechos legales, o que liberaran al investigador, y la institución por extensión de las obligaciones que les son inherentes en la atención de salud. Durante la entrevista sostenida se invitó al paciente y familiares a preguntar libremente sobre los objetivos, características y alcance del estudio, y se les concedió el tiempo suficiente para decidir sobre la inclusión (o no) en la investigación proyectada. La disposición voluntaria del paciente de ser incluido en, y cooperar con, este estudio quedó registrada en el acápite "Conclusiones de la Semana de Evaluación" de la historia clínica institucional.

Este estudio clínico se realizó siguiendo las regulaciones establecidas después de la reciente revisión de la Declaración de Derechos Humanos de Helsinki, hecha en la ciudad de Somerset West, República de Sudáfrica, en Octubre de 1996; así como las vigentes en la República de Cuba. Los aspectos éticos, científicos y metodológicos del protocolo experimental de la presente investigación fueron revisados y evaluados por el Comité institucional de Revisión y Ética (CRE), de quien se obtuvo la correspondiente Carta de Aprobación. La eficacia de la rehabilitación física ha sido demostrada en diferentes estudios clínicos, por lo que se anticiparon beneficios para los pacientes atendidos por LME después de trauma raquimedular dorsolumbar. Se tomaron las medidas requeridas para la protección de la identidad de los pacientes que participaron en la investigación, y la información obtenida del paciente fue manejada solamente por el personal encargado de la conducción de la misma.

**Procesamiento estadístico-matemático y análisis de los resultados:** Los datos sociodemográficos, clínicos, nutricionales y funcionales de los pacientes se almacenaron en un contenedor digital creado con EXCEL® versión 7.0 para OFFICE® de Windows (Redmont, Virginia, Estados Unidos). Los datos recolectados se redujeron mediante estadígrafos de locación (media), dispersión (desviación estándar), y agregación (porcentajes), según el tipo de la variable. Adicionalmente, se comprobó la normalidad de las variables cuantitativas con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La asociación entre variables cualitativas se determinó mediante un test de independencia basado en la distribución ji-cuadrado. En el caso de las variables cuantitativas, se registró

el cambio observado tras la conclusión del programa de neurorrehabilitación:

$$\text{Cambio, } \Delta = \text{Valor inicial} - \text{Valor final} \quad (5)$$

La significación del cambio observado en la variable se midió mediante un test “t” de Student para muestras pareadas (Martínez Canalejo H, Santana Porbén S. Manual de Procedimientos Bioestadísticos. Editorial Ciencias Médicas. La Habana: 1990). En todo momento se utilizó un nivel del 5% para denotar los resultados encontrados como significativos.<sup>21</sup>

## RESULTADOS

La serie de estudio quedó conformada finalmente con 40 pacientes parapléjicos procedentes de México, Venezuela, Brasil, República Dominicana, Italia, Portugal y España. Debido a los diferentes orígenes étnicos de los enfermos se soslayó la influencia de la multiétnicidad en los cambios después de la conclusión del programa.

La Tabla 1 muestra las características sociodemográficas, clínicas y nutricionales de los pacientes a la inclusión en el estudio. La edad promedio fue de  $28.4 \pm 7.7$  años. El 70% de los pacientes se presentó con una lesión torácica alta (T1-T9) ocurrida entre 2 y 3 años antes. El 70% de los enfermos mostró un daño raquimedular completo, debido a la ausencia de función sensitiva y motora en los segmentos S4-S5, según la escala ASIA. El 52.5% de los pacientes mostró una dependencia leve evaluada según el índice de Barthel.

Tabla 1. Características sociodemográficas, clínicas, nutricionales, antropométricas y bioquímicas de los pacientes incluidos en la serie de estudio. Los resultados se muestran, según el tipo de la variable, como el número (y entre corchetes, el porcentaje) de enfermos incluidos en una subcategoría especificada, o como la media  $\pm$  desviación estándar de los resultados.

Característica	Todos	Hombres	Mujeres
Número	40	30	10
Edad, años	28.4 $\pm$ 7.7	28.5 $\pm$ 7.3	27.1 $\pm$ 6.1
Nivel de la lesión	Torácica alta: T1-T9: 28 [70.0] Torácica baja: T10-T12: 8 [20.0] Lumbar: L1-L3: 4 [10.0]	Torácica alta: T1-T9: 24 [80.0] Torácica baja: T10-T12: 3 [10.0] Lumbar: L1-L3: 3 [10.0]	Torácica alta: T1-T9: 4 [40.0] Torácica baja: T10-T12: 5 [50.0] Lumbar: L1-L3: 1 [10.0]
Años de evolución	< 1 año: 1 [ 2.5] 1 – 2 años: 6 [15.0] +2 – 3 años: 19 [47.5] + 3 – 4 años: 1 [ 2.5] + 4 – 5 años: 3 [ 7.5] + 5 años: 10 [25.0]	< 1 año: 0 [ 0.0] 1 – 2 años: 2 [ 6.7] +2 – 3 años: 17 [56.7] + 3 – 4 años: 1 [ 3.3] + 4 – 5 años: 1 [ 3.3] + 5 años: 9 [30.0]	< 1 año: 1 [10.0] 1 – 2 años: 4 [40.0] +2 – 3 años: 2 [20.0] + 3 – 4 años: 0 [ 0.0] + 4 – 5 años: 2 [20.0] + 5 años: 1 [10.0]
ASIA	A: 28 [70.0] B: 7 [17.5] C: 5 [12.5]	A: 22 [73.3] B: 6 [20.0] C: 2 [ 6.7]	A: 6 [60.0] B: 1 [10.0] C: 3 [30.0]
Índice de Barthel	Independencia: 2 [ 5.0] Dependencia: 38 [95.0] • <i>Leve</i> : 55.3 • <i>Moderada</i> : 26.3 • <i>Grave</i> : 18.4	Independencia: 1 [ 3.3] Dependencia: 29 [92.7] • <i>Leve</i> : 56.7 • <i>Moderada</i> : 23.3 • <i>Grave</i> : 16.7	Independencia: 1 [10.0] Dependencia: 9 [90.0] • <i>Leve</i> : 44.4 • <i>Moderada</i> : 33.3 • <i>Grave</i> : 22.2
Talla, cm	167.9 $\pm$ 9.1	172.0 $\pm$ 7.0	156.0 $\pm$ 9.0
Peso, Kg	68.2 $\pm$ 16.0	72.9 $\pm$ 15.4	54.3 $\pm$ 7.2
IMC, Kg.m <sup>-2</sup>	24.1 $\pm$ 4.4	24.5 $\pm$ 4.7	22.6 $\pm$ 2.0
CB, cm	31.5 $\pm$ 4.2	34.5 $\pm$ 4.9	31.1 $\pm$ 3.2
CM, cm	46.9 $\pm$ 8.3	47.1 $\pm$ 9.1	46.5 $\pm$ 5.8
CP, cm	27.5 $\pm$ 5.7	28.3 $\pm$ 6.3	24.9 $\pm$ 2.9
Hemoglobina, g.L <sup>-1</sup>	135.0 $\pm$ 12.6	137.0 $\pm$ 7.0	129.0 $\pm$ 11.9
VCM	86.9 $\pm$ 3.3	86.5 $\pm$ 3.5	88.2 $\pm$ 2.3
CTL, células.mm <sup>-3</sup>	2046.3 $\pm$ 649.7	2112.2 $\pm$ 553.1	2144.7 $\pm$ 900.0
Colesterol total, mmol.L <sup>-1</sup>	4.3 $\pm$ 0.9	4.4 $\pm$ 0.7	3.8 $\pm$ 0.5
Triglicéridos, mmol.L <sup>-1</sup>	1.2 $\pm$ 0.7	1.3 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.3
Albúmina, g.L <sup>-1</sup>	45.7 $\pm$ 4.9	44.7 $\pm$ 5.4	43.8 $\pm$ 3.3
Excreción urinaria de Creatinina, absoluta, mg.24 h <sup>-1</sup>	853.0 $\pm$ 195.1	927.5 $\pm$ 146.1	629.6 $\pm$ 148.7
Excreción urinaria de Creatinina, relativa, mg.Kg <sup>-1</sup> .24 h <sup>-1</sup>	12.6 $\pm$ 2.0	12.9 $\pm$ 1.8	11.6 $\pm$ 2.5
MME, a partir de la CB, Kg	29.1 $\pm$ 9.1	30.5 $\pm$ 9.6	25.2 $\pm$ 6.5
MME, a partir de las circunferencias de los segmentos corporales, Kg	24.3 $\pm$ 5.3	26.0 $\pm$ 5.1	19.4 $\pm$ 1.6
MME, a partir de la excreción urinaria de Creatinina, Kg	17.1 $\pm$ 3.9	18.5 $\pm$ 2.9	12.6 $\pm$ 3.0

Los hombres fueron más altos y pesados que las mujeres, pero no se comprobaron diferencias significativas en el IMC respecto del sexo: *Hombres*:  $24.5 \pm 4.7 \text{ Kg.m}^{-2}$  vs. *Mujeres*:  $22.6 \pm 2.0 \text{ Kg.m}^{-2}$ ;  $t = 1.315$ ;  $p > 0.05$ . La distribución de los pacientes según el IMC fue como sigue: *No Desnutrido*: IMC entre  $18.5$  y  $24.9 \text{ Kg.m}^{-2}$ :  $57.5\%$ ; y *Exceso de peso*:  $\text{IMC} \geq 25.0 \text{ Kg.m}^{-2}$ :  $42.5\%$ ; respectivamente. No hubo diferencias en la distribución de fenotipos nutricionales de los participantes respecto del sexo. Tampoco las diferencias observadas entre hombres y mujeres respecto de los valores promedio de los indicadores antropométricos y bioquímicos alcanzaron significación estadística.

El completamiento del programa de neurorrehabilitación trajo consigo cambios en la dimensión motora de la escala ASIA (diferencia:  $1.2 \pm 2.5$ ;  $t = 3.156$ ;  $p < 0.05$ ); la sensibilidad al tacto (diferencia:  $2.3 \pm 3.2$ ;  $t = 4.517$ ;  $p < 0.05$ ); y la sensibilidad después de pinchazos (diferencia:  $2.1 \pm 2.3$ ;  $t = 5.589$ ;  $p < 0.05$ ); pero sin influir sobre la contracción del esfínter anal (test de McNemar para muestras dependientes:  $\chi^2 = 3.0$ ;  $p > 0.05$ ); ni la sensibilidad anal (test de McNemar para muestras dependientes:  $\chi^2 = 1.0$ ;  $p > 0.05$ ). El programa de neurorrehabilitación administrado también modificó favorablemente el índice de Barthel: diferencia:  $9.9 \pm 12.1$ ;  $t = 5.178$ ;  $p < 0.05$ . Trece ( $32.5\%$ ) de los pacientes experimentaron mejorías en el índice inicial de Barthel una vez concluido el programa.

Asimismo, el programa de neurorrehabilitación resultó en un incremento significativo de la CB (diferencia:  $2.3 \pm 1.9$ ;  $t = 7.864$ ;  $p < 0.05$ ) y la excreción urinaria de creatinina

(diferencia:  $43.1 \pm 47.1$ ;  $t = 5.787$ ;  $p < 0.05$ ). Las diferencias observadas en estos indicadores también se observaron en los metámetros que los incorporan, tales como la excreción urinaria relativa de creatinina, y la MME estimada a partir de la CB, la circunferencia de los segmentos corporales o la excreción urinaria de creatinina. Las diferencias observadas en estos indicadores antropométricos y bioquímicos fueron mayores en los hombres (datos no mostrados).

## DISCUSIÓN

El presente trabajo constituye el primero en su tipo que se orienta a la documentación del estado nutricional de pacientes atendidos en el CIREN por LME secundaria a trauma raquimedular dorsolumbar, y la respuesta de los mismos a la administración de un programa estructurado de neurorrehabilitación. Fue llamativo que más de la mitad de los enfermos admitidos en el programa de neurorrehabilitación mostraron un estado nutricional preservado, a juzgar del IMC, mientras que los otros exhibieron exceso de peso, a pesar del predominio de las lesiones medulares altas, a la altura de T1-T9, que databan de 2 – 3 años de antigüedad. Si se asume que la MME constituye entre el 30 – 40% del peso corporal de un adulto sano, entonces resulta interesante constatar que los pacientes incluidos en la presente serie de estudio no mostraron una reducción significativa de la MME (*Hombres*:  $+1.2\%$ ; *Mujeres*:  $+1.3\%$ ), no obstante el predominio observado de las lesiones dorsales altas con más de 2 años de evolución.

Tabla 2. Cambios observados en los indicadores antropométricos y bioquímicos del estado nutricional del paciente con trauma raquimedular a la conclusión del programa de neurorrehabilitación. Los resultados se muestran como la media  $\pm$  desviación estándar de las diferencias entre los valores final e inicial del indicador. Para más detalles: Consulte la Sección MATERIAL Y MÉTODOS de este artículo.

Característica	Todos	Hombres	Mujeres
Número	40	30	10
Peso, Kg	-0.8 $\pm$ 3.5	-1.2 $\pm$ 3.9	0.4 $\pm$ 1.5
IMC, Kg.m <sup>-2</sup>	-0.3 $\pm$ 1.1	-0.4 $\pm$ 1.3	0.1 $\pm$ 0.6
CB, cm	2.3 $\pm$ 1.9 <sup>¶</sup>	2.5 $\pm$ 2.0 <sup>¶</sup>	1.8 $\pm$ 1.2 <sup>¶</sup>
CM, cm	-0.3 $\pm$ 1.9	-0.1 $\pm$ 1.9	-0.5 $\pm$ 2.1
CP, cm	0.1 $\pm$ 1.1	0.2 $\pm$ 1.0	0.0 $\pm$ 1.3
Hemoglobina, g.L <sup>-1</sup>	-2.3 $\pm$ 8.7	-1.8 $\pm$ 9.2	-3.8 $\pm$ 7.4
VCM	0.3 $\pm$ 1.6	0.0 $\pm$ 1.5	1.0 $\pm$ 1.9
CTL, células.mm <sup>-3</sup>	8.1 $\pm$ 538.4	99.1 $\pm$ 507.0	-265.1 $\pm$ 563.1
Colesterol total, mmol.L <sup>-1</sup>	0.0 $\pm$ 0.8	0.0 $\pm$ 0.8	0.3 $\pm$ 0.7
HDL-Colesterol, mmol.L <sup>-1</sup>	0.1 $\pm$ 0.5	0.1 $\pm$ 0.6	0.0 $\pm$ 0.3
Triglicéridos, mmol.L <sup>-1</sup>	-0.1 $\pm$ 0.5	-0.1 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.7
Albúmina, g.L <sup>-1</sup>	-0.9 $\pm$ 5.7	-1.3 $\pm$ 6.2	0.6 $\pm$ 3.8
Excreción urinaria de Creatinina, absoluta, mg.24 h <sup>-1</sup>	43.1 $\pm$ 47.1 <sup>¶</sup>	46.9 $\pm$ 50.2 <sup>¶</sup>	31.7 $\pm$ 36.1 <sup>¶</sup>
Excreción urinaria de Creatinina, relativa, mg.Kg <sup>-1</sup> .24 h <sup>-1</sup>	0.7 $\pm$ 0.8 <sup>¶</sup>	0.8 $\pm$ 0.8 <sup>¶</sup>	0.5 $\pm$ 0.8 <sup>¶</sup>
MME, a partir de la CB, Kg	5.8 $\pm$ 4.9 <sup>¶</sup>	6.4 $\pm$ 5.2 <sup>¶</sup>	3.8 $\pm$ 3.6 <sup>¶</sup>
MME, a partir de las circunferencias de los segmentos corporales, Kg	1.9 $\pm$ 1.7 <sup>¶</sup>	2.1 $\pm$ 1.8 <sup>¶</sup>	1.2 $\pm$ 1.3 <sup>¶</sup>
MME, a partir de la excreción urinaria de Creatinina, Kg	0.9 $\pm$ 0.9 <sup>¶</sup>	0.9 $\pm$ 1.0 <sup>¶</sup>	0.6 $\pm$ 0.7 <sup>¶</sup>

<sup>¶</sup> p < 0.05

En el LME se producen cambios dramáticos de la composición corporal tras la ocurrencia del trauma raquimedular, y que pudieran ser dependientes del género y la edad. Cardus *et al.* reportaron una reducción del 34% de la masa celular magra en los pacientes con paraplejía.<sup>22</sup> Bauman *et al.* también reportaron una reducción importante de la masa magra corporal, más llamativa en las extremidades del paciente.<sup>23</sup> Es de interés especial anotar que las

extremidades superiores pueden no estar paralizadas, y aún así sufrir también una pérdida significativa de tejido magro.<sup>23</sup> De acuerdo a los resultados de los estudios de estos autores, se espera en el LME una pérdida promedio del 3.2% de la masa magra corporal por cada década de vida, en contraposición con el 1.0% descrito para la población sana para igual ventana de tiempo.<sup>23</sup>

Mientras mayor sea el número de grupos musculares paralizados, mayor

será la pérdida de masa magra.<sup>24</sup> También se han descrito asociaciones entre el grado de afectación de los indicadores de composición corporal del LME y el nivel de lesión neurológica: niveles más elevados de lesión neurológica se asociaron con una reducción superior de la MME.<sup>24</sup> La pérdida de masa magra pudiera ser más pronunciada en los miembros inferiores del LME.<sup>23</sup> Asimismo, mientras más tiempo haya transcurrido desde el momento de la lesión medular, mayor serán las pérdidas de masa magra en los grupos musculares paralizados.<sup>23,25</sup>

La pérdida de masa magra corporal descrita en el LME suele acompañarse de un incremento significativo de la grasa corporal.<sup>24</sup> De hecho, Jones *et al.* describieron en sujetos parapléjicos sin apariencia de estar obesos un aumento del 47% de la grasa corporal después de compararlos con sus contrapartes sanos, mientras que la reducción de la masa magra fue del 16%.<sup>26</sup> El elevado porcentaje de la grasa corporal en el LME, junto con la disminución de la masa magra, pudiera sugerir que el tejido adiposo sustituye al magro, sobre todo en las porciones más afectadas por la parálisis, como son las extremidades inferiores, debido a la propia parálisis, la pérdida de la actividad voluntaria, y los cambios en la actividad metabólica debidos a trastornos vasomotores.<sup>27</sup> Si bien la indagación sobre el tamaño de la grasa corporal del LME no constituyó un objetivo del estudio corriente, se puede conjeturar que el fenómeno descrito anteriormente también pudiera estar presente en una parte importante de los pacientes encuestados, habida cuenta de que exhibieron un exceso de peso en el momento de la admisión en el programa de neurorrehabilitación.

Se debe alertar que la exactitud de los estimados del tamaño de los

compartimientos corporales en el LME pudiera depender de la tecnología empleada de medición. Maggioni *et al.*, después de estudiar la influencia del tiempo de evolución de la paraplejía sobre la MME y la grasa corporal mediante antropometría y DEXA, concluyeron que la reconstrucción de la grasa corporal a partir del conocimiento del espesor de los pliegues cutáneos pudiera estar sesgada significativamente, lo que afectaría la calidad de los resultados.<sup>27</sup>

No obstante la aparente preservación de los compartimientos corporales observada en los enfermos incluidos en la serie actual de estudio, se observó pérdida de la independencia funcional en casi la mayoría de ellos, si bien hay que reconocer que la afectación observada en la misma se estimó entre leve y moderada, de acuerdo con el índice de Barthel. La ruptura de la inervación medular tras el trauma raquímedular conduce a parálisis muscular, y con ello, la imposibilidad de realizar actividades voluntarias estructuradas tan sencillas como caminar, llevarse los alimentos a la boca, y atender por sí mismo las necesidades de higiene y aseo personal, entre otras.<sup>28</sup> La dependencia funcional pudiera agravarse si ocurre pérdida de la MME como consecuencia de la respuesta metabólica corporal al trauma, o por abandono si no instituye tempranamente un programa de neurorrehabilitación para mantener el trofismo muscular.<sup>29</sup>

El objetivo principal del estudio descrito en este artículo fue evaluar la respuesta del LME tras el completamiento del programa de neurorrehabilitación administrado durante 8 semanas mediante el examen de indicadores antropométricos, bioquímicos y del desempeño funcional. La terapia de rehabilitación es crucial en estos pacientes para mejorar la función motora,

la realización de las actividades de la vida diaria, y la independencia funcional de los mismos.<sup>30</sup> Mientras más prolongado sea el tiempo de rehabilitación, mejores serán los resultados de los indicadores de la función motora y desempeño funcional, como los índices de Barthel y la escala de ASIA, respectivamente; los cuales se constituyen entonces en variables predictoras de la recuperación neurológica, motora y funcional.<sup>31</sup> Se pudo comprobar a la conclusión del programa que ocurrió un aumento de la CB del paciente y de la excreción urinaria de creatinina, éste último un indicador de deposición de MME. El incremento observado en la MME resultó en mejoría del índice de Barthel, así como de la dimensión motora de la escala ASIA, y la sensibilidad del enfermo al tacto y los pinchazos. Los aumentos registrados en la CB y la excreción urinaria de creatinina a la conclusión del estudio corriente sirvieron para explicar los cambios también vistos en la MME estimada mediante estos indicadores. Luego, de los estudios conducidos se puede afirmar que el programa de neurorrehabilitación logró el fin propuesto por el equipo de salud de incrementar la MME, como condición previa para un mejor desempeño motor y funcional.

No obstante lo anteriormente dicho, se debe recordar que los indicadores empleados para la descripción del tamaño de la MME responden a diferentes orígenes e interpretaciones. El tamaño de la MME fue máximo cuando este compartimiento se reconstruyó de la CB, intermedio de la suma ponderada de los cuadrados de las circunferencias de los segmentos corporales, pero mínima después de emplear la cantidad de creatinina excretada en la orina colectada durante 24 horas. Este patrón de comportamiento también se observó con los cambios observados en la MME al

término del programa de neurorrehabilitación.

La creatinina representa el resultado de la hidrólisis no enzimática, en un paso, de la creatina constitutiva del músculo esquelético. Es por ello que la excreción urinaria de creatinina se puede tener como un estimado del número de miofibrillas existentes en el grupo muscular.<sup>15-19</sup> Luego, los valores disminuidos de la MME (tal y como se estimaron del uso de la excreción urinaria de creatinina) pudieran reflejar la afectación de los grupos musculares de los miembros inferiores tras la denervación medular.<sup>27</sup> El número de miofibrillas en un grupo muscular especificado se fija al nacimiento del sujeto, por lo que es poco probable que un programa de neurorrehabilitación pueda causar un incremento en el número de las mismas. Es probable entonces que el cambio observado en la CB represente un aumento del volumen de las miofibrillas existentes en este grupo muscular. La hipertrofia muscular así registrada explicaría, por un lado, el valor superior de la MME que se obtuvo cuando se emplearon las ecuaciones que incorporaron este indicador; y por el otro, las discrepancias anotadas cuando la MME se reconstruyó a partir de la excreción urinaria de creatinina.

La mejoría observada en los indicadores del estado de la lesión neurológica y desempeño funcional del enfermo implica que la deposición de masa magra y/o hipertrofia de grupos musculares ha servido para sostener el efecto beneficioso que encierra el programa de neurorrehabilitación aplicado. El ejercicio físico, junto con las actividades de reentrenamiento de grupos musculares, sustituye al trofismo neurológico interrumpido con la denervación medular, y hace posible la reinscripción familiar, social, comunitaria e

incluso del LME, todo lo cual se refleja en una calidad de vida mejor percibida por el paciente y sus familiares.<sup>32</sup>

Los cambios registrados en los restantes indicadores del estado nutricional del LME, tales como el peso, el IMC, las variables hematológicas y lipídicas, a pesar de no alcanzar significación estadística, demuestran la estabilidad clínica y humoral de los pacientes durante el curso del tratamiento y la estadía hospitalaria.

En contraposición a lo descrito en párrafos anteriores, el programa de neurorrehabilitación no trajo cambios medibles en la fuerza de la contracción del esfínter anal, ni la sensibilidad anal. La mayoría de los estudios evaluativos de la recuperación motora del LME citados en la literatura internacional se han realizado durante el primer año siguiente a la ocurrencia de la lesión.<sup>33</sup> En tales casos puede ocurrir una recuperación neurológica espontánea, con la reanudación de funciones interrumpidas temporalmente tras el trauma raquimedular, lo que haría innecesarias las terapias rehabilitatorias de neuroestimulación.<sup>34</sup> En lo que toca al estudio corriente, la mayoría de los enfermos acumulaba más de 2 años de evolución después del trauma, por lo que es poco probable que los cambios que se observen puedan explicarse por el fenómeno descrito más arriba de la "recuperación neurológica espontánea". En los pacientes con LME asignados tras la denervación medular a las categorías B-C de la escala ASIA se puede anticipar una recuperación del 15-40% al término del primer año de evolución post-lesión, lo que significaría cambios en dicha escala hacia estadios superiores C e incluso D.<sup>34</sup> Respecto de los pacientes evaluados en el presente trabajo, la ausencia de cambios en aquellos ubicados en los estadios B-C de la escala ASIA

(asignación compuesta también por el tiempo de evolución de la LME) pudiera justificarse por las características clínicas del curso post-lesión, así como el tiempo transcurrido tras la denervación. El estado de la función esfinteriana representaría un daño neurológico establecido, y sería poco probable entonces que puedan observarse cambios significativos en este dominio de la escala ASIA tras la conducción de un programa de neurorrehabilitación.

## CONCLUSIONES

En esta primera indagación sobre las características clínicas y nutricionales del LME que completa un programa de neurorrehabilitación estructurado en la institución de pertenencia de los autores se ha podido comprobar el estado nutricional preservado del enfermo, y la constancia de la MME. Algunos pacientes se destacaron por el peso excesivo para la talla. El programa de neurorrehabilitación completado resultó en un aumento de la CB y la excreción urinaria de creatinina. La deposición de masa magra corporal y/o hipertrofia de grupos musculares sirvió para sostener el efecto beneficioso del programa. Se observaron mejorías del índice de Barthel de desempeño de actividades cotidianas, y las dimensiones motoras y neurosensitivas de la escala ASIA. La MME estimada a partir del perímetro del cilindro del brazo puede considerarse como un predictor aceptable del impacto del programa de restauración neurológica. La ausencia de cambios observados en la función motora y sensitiva del esfínter anal pudiera apuntar hacia daños neurológicos establecidos, si se tiene en cuenta el tiempo transcurrido tras la LME.



## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Se debe dejar dicho que ésta fue una muestra de estudio que se conformó con los enfermos que se aceptaron en el programa de neurorrehabilitación en la anticipación que se beneficiarían máximamente de las actividades contempladas en el mismo. Es por ello que tales pacientes se destacaron por el estado nutricional preservado, y la constancia de la MME. También la muestra de estudio se construyó con pacientes extranjeros que acudieron al CIREN para el cumplimiento de programas orientados a la rehabilitación de la actividad muscular y funcional deteriorada tras la ocurrencia de trauma raquimedular dorsolumbar. Luego, las características sociodemográficas de tales sujetos podrían diferir sustancialmente de las propias de cubanos, y de esta manera, sesgar las conclusiones del presente estudio. Ello se controló mediante el uso de puntos de corte de alcance global para los indicadores empleados en la descripción de los efectos del programa aplicado.

Las características propias del LME obligaron a la adopción de procedimientos alternativos para el registro de la estatura (que se estimó de la distancia de la hemibrazo) y el peso corporal (para lo cual fue necesario utilizar una báscula dedicada). En tales mediciones pueden esperarse errores generados tanto por el operario como por las características operacionales del procedimiento empleado, lo que afectaría los intervalos de confianza propios de los indicadores del impacto del programa, y con ello, la significación estadística de los resultados. Estas mismas dificultades también podrían afectar la estimación de la MME a partir de la estatura, la suma de los cuadrados de las circunferencias de los segmentos corporales (como el brazo,

el muslo y la pierna), y la excreción urinaria de creatinina.<sup>11-12,35</sup> No obstante, se ha encontrado consenso suficiente para considerar la factibilidad de las mediciones antropométricas hechas con el paciente en decúbito supino lateral derecho en aras del necesario rigor metrológico.<sup>36</sup>

Se tienen escasas referencias con estudios sobre la excreción de creatinina en el LME como para hacer posible comparaciones directas, por lo que se utilizaron valores de este indicador obtenidos en personas no afectadas por trauma raquimedular, de forma tal de contar con referencias aceptables en una población estudiada sin restricción dietética.

Finalmente, la reconstrucción de la MME se hizo mediante métodos doblemente indirectos de estudio de la composición corporal, sujetos a numerosas influencias preanalíticas. La aplicación de tecnologías directas, como la resonancia magnética nuclear o la tomografía axial computada,<sup>12</sup> o indirectas como la absorciometría de rayos X de doble emisión (DEXA),<sup>25,37</sup> pudiera resultar en estimados más exactos, no solo del tamaño de la MME, sino también de los cambios que ocurren en este compartimento corporal tras la LME y en respuesta al programa de neurorrehabilitación.

## SUMMARY

**Rationale:** Spinal cord trauma is cause of paraplegia, visceral and vegetative damages, muscle dystrophy, disability and nutritional disorders. Nutritional status might affect the response to neural muscle rehabilitation.

**Material and method:** Forty paraplegic patients (Men: 75%), younger than 40 years old, received 8 weekly sessions 38.5 hours each of structured exercises in different domains of neural muscle function as part of the Neurological Rehabilitation Program at

the CIREN International Center for Neurological Restoration, Havana City (Cuba). Skeletal muscle mass (total/regional) was quantified from arm circumference and creatinine urinary excretion. **Results:** Neurological rehabilitation resulted in improvement of motor activity, sensitivity to tactile as well as pain stimulation, and of patient's validism and autonomy. An increase in arm circumference and creatinine urinary excretion was observed after completion of the rehabilitation program. Differences observed in the estimates of skeletal muscle mass can be reconciled if is taken into account that scapular muscle belt might respond to neural muscle rehabilitation better than other muscle groups more affected by paraplegia. **Conclusions:** The applied neural rehabilitation regime, qualified as short-lasting but intensive, brought about measurable changes in the Barthel index and the motor and sensitive dimensions of ASIA scale, along with an increase in arm circumference and urinary creatinine excretion, these latest indicators that constitute major signs of prognosis of rehabilitation. **Zamora Pérez F, Santos Hernández C, Alvarez CR, Suárez Monteagudo C, Hernández González E, Morúa-Delgado Varela LP, Rodríguez Cordero ML, Gorris González M, González Martínez M.** Influence of neural muscle rehabilitation upon nutritional status of the patient with spinal cord injury. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2011;21(1):14-34. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929

*Subject headings: Spinal cord injury / Spinal cord lesion / Anthropometrics / Nutritional status / Neural rehabilitation / Urinary creatinine excretion.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García Vicente E, Martín Rubio A, García EL, García MD. Trauma raquimedular. *MEDICRIT* 2007;4: 66-74.
- Kirshblum SC, Groah SL, McKinley WO, Gittler MS, Stiens SA. Spinal cord injury medicine. 1. Etiology, classification, and acute medical management. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(3 Suppl 1):S50-S58.
- Santiago P, Fessler RG. Traumatismos de la médula espinal. En: *Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento* (Editores: Bradley WG, Daroff RB, Fenichel GM, Jankovic J). Cuarta Edición. Elsevier. Madrid: 2004. pp 1141-1170.
- Ropper AH, Brown RH. Adams and Victor's Principles of Neurology. Octava Edición. McGraw-Hill. New York: 2005.
- Onose G, Anghelescu A, Muresanu DF, Padure L, Haras MA, Chendreau CO *et al.* A review of published reports on neuroprotection in spinal cord injury. *Spinal Cord* 2009;47:716-26.
- Bergado Rosado JA, Almaguer Melian W. Cellular mechanisms of neuroplasticity. *Rev Neurol* 2000; 31:1074-95.
- Biering-Sorensen F. Evidence-based medicine in treatment and rehabilitation of spinal cord injured. *Spinal Cord* 2005;43:587-92.
- Houda B. Evaluation of nutritional status in persons with spinal cord injury: a prerequisite for successful rehabilitation. *SCI Nurs* 1993;10:4-7.
- Maynard FM Jr., Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr., Donovan WH, Ducker TB *et al.* International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. *Spinal Cord* 1997; 35:266-74.
- Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J* 1965;14:61-5.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization

- reference manual. Human Kinetics. Champaign, IL: 1988.
12. Lee RC, Heymsfield SB, Shen W, Wang ZM. Total-body and regional skeletal muscle mass measurement methods: an overview. *Int J Body Compos Res* 2003;1:93-102.
  13. Lee RC, Wang ZM, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000;72:796-803.
  14. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 1982;36:680-90.
  15. 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.
  16. Wang ZM, Gallagher D, Nelson ME, Matthews DE, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: evaluation of 24-h urinary creatinine excretion by computerized axial tomography. *Am J Clin Nutr* 1996;63:863-9.
  17. Walser M. Creatinine excretion as a measure of protein nutrition in adults of varying age. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1987;11(5 Suppl):73S-8S.
  18. Barreto Penié J, Santana Porbén S, Consuegra Silverio D. Intervalos de referencia locales para la excreción urinaria de creatinina en una población adulta. *Nutr Hosp [España]* 2003;18:65-75.
  19. Forbes GB, Bruining GJ. Urinary creatinine excretion and lean body mass. *Am J Clin Nutr* 1976;29:1359-66.
  20. Verdier P, Beare-Rogers JL. The Canadian Nutrient File. *J Can Diet Assoc* 1984;45:52-5.
  21. Martínez Canalejo H, Santana Porbén S. Manual de Procedimientos Bioestadísticos. Editorial Ciencias Médicas. La Habana: 1990.
  22. Cardus D, McTaggart WG. Body sodium and potassium in men with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66:156-9.
  23. Bauman WA, Spungen AM, Wang J, Pierson RN Jr. The relationship between energy expenditure and lean tissue in monozygotic twins discordant for spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev* 2004;41:1-8.
  24. Nuhlicek DN, Spurr GB, Barboriak JJ, Rooney CB, El Ghatit AZ, Bongard RD. Body composition of patients with spinal cord injury. *Eur J Clin Nutr* 1988;42:765-73.
  25. Mojtahedi MC, Valentine RJ, Evans EM. Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy X-ray absorptiometry. *Spinal Cord* 2009;47:698-704.
  26. Jones LM, Goulding A, Gerrard DF. DEXA: a practical and accurate tool to demonstrate total and regional bone loss, lean tissue loss and fat mass gain in paraplegia. *Spinal Cord* 1998;36:637-40.
  27. Maggioni M, Bertoli S, Margonato V, Merati G, Veicsteinas A, Testolin G. Body composition assessment in spinal cord injury subjects. *Acta Diabetol* 2003;40(Suppl 1):S183-S186.
  28. Ditunno JF Jr, Formal CS. Chronic spinal cord injury. *N Engl J Med* 1994;330:550-6.
  29. Maynard FM, Reynolds GG, Fountain S, Wilmot C, Hamilton R. Neurological prognosis after traumatic quadriplegia. Three-year

- experience of California Regional Spinal Cord Injury Care System. *J Neurosurg* 1979;50:611-6.
30. Harness ET, Yozbatiran N, Cramer SC. Effects of intense exercise in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 2008;46:733-7.
  31. Scivoletto G, Morganti B, Cosentino E, Molinari M. Utility of delayed spinal cord injury rehabilitation: An Italian study. *Neurol Sci* 2006;27:86-90.
  32. Sentmanat Belisón A. De vuelta a la vida: Sistema de neurorrehabilitación multifactorial intensiva. Editorial Sangova. Madrid: 2003.
  33. Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, Leo-Summers L, Aldrich EF, Fazl M *et al.* Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury. Results of the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. National Acute Spinal Cord Injury Study. *JAMA* 1997;277:1597-604.
  34. Fawcett JW, Curt A, Steeves JD, Coleman WP, Tuszynski MH, Lammertse D *et al.* Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury as developed by the ICCP panel: Spontaneous recovery after spinal cord injury and statistical power needed for therapeutic clinical trials. *Spinal Cord* 2007;45:190-205.
  35. Pospisil M. Prácticas de antropología física. Consejo Nacional de Universidades. La Habana: 1965.
  36. Díaz Sánchez ME. Manual de técnicas antropométricas para estudios nutricionales. INHA Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. La Habana: 2005.
  37. Santos CM, Ceballos Mesa A, Ugarte Suárez J, Santana Porbén S. Desnutrición, sobrepeso, obesidad y osteoporosis. Criterios para el diagnóstico biofísico de una población adulta. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2008;18(2 Supl 1): S1-S84.

**ANEXOS**

## Anexo 1. Presentación del Programa PRN de Restauración Neurológica.

Objetivos	Pacientes con paraplejía y lesiones motoras incompletas	Pacientes parapléjicos con lesiones motoras completas
Generales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de las capacidades físicas</li> <li>• Desarrollo del autovalidismo</li> <li>• Desarrollo de la fuerza muscular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la capacidad física de trabajo</li> <li>• Mejoría del equilibrio del tronco en sedestación</li> <li>• Mejoría del tono muscular</li> <li>• Aumento de la amplitud articular</li> <li>• Desarrollo de la fuerza muscular en miembros superiores</li> </ul>
Primera etapa: Preparación física general	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la fuerza muscular en las extremidades inferiores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoría del tono muscular</li> <li>• Aumento de la amplitud articular</li> <li>• Desarrollo de la fuerza muscular</li> </ul>
Segunda etapa: Preparación física especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logro de la marcha con ayuda de aditamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoría del equilibrio del tronco y la cadera en sedestación</li> <li>• Desarrollo de la coordinación de las cuatro extremidades en 4 puntos y en bipedestación</li> </ul>
Tercera etapa: Preparación física funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logro de la marcha funcional sin aditamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de los patrones funcionales de la marcha con diferentes aditamentos</li> <li>• Perfeccionamiento del equilibrio en bipedestación</li> <li>• Dominio de la marcha funcional con bastones canadienses</li> </ul>