



**UNIVERSIDAD EUROPEA
MIGUEL DE CERVANTES**

Investigación aplicada en la lesión medular

Profesor Dr. Juan Azael Herrero Alonso

Lección inaugural del
curso académico 2010-2011

Valladolid, 9 de septiembre de 2010

Autores:

Colección Paranimphus, número 8.

Portada y contraportada: Marta Rodríguez García

ISBN 978-84-938228-0-4

D.L.: VA-663-2010

Impreso en: Imprenta Manolete

Impreso en España Printed in Spain

Valladolid, 2010

Orden del acto

- 1º Lectura del Resumen de la Memoria del Curso Académico 2009-2010 por el Secretario General de la Universidad Europea Miguel de Cervantes, D. Rubén Calderón Iglesias.
- 2º Lección Inaugural impartida por el Dr. Juan Azael Herrero Alonso, profesor del Área de Ciencias de la Salud de la Universidad Europea Miguel de Cervantes, con el título: "Investigación aplicada en la lesión medular".
- 3º Inauguración del Curso Académico 2010-2011, por el Rector Magnífico de la Universidad Europea Miguel de Cervantes, D. Martín J. Fernández Antolín.
- 4º Gaudeamus Igitur.

Índice

| | |
|--|---|
| Investigación aplicada en la lesión medular..... | 9 |
| Profesor Dr. Juan Azael Herrero Alonso | |

INVESTIGACIÓN APLICADA EN LA LESIÓN MEDULAR
Profesor Dr. Juan Azael Herrero Alonso

INVESTIGACIÓN APLICADA EN LA LESIÓN MEDULAR
Profesor Dr. Juan Azael Herrero Alonso

Investigación aplicada en la lesión medular

Profesor Dr. Juan Azael Herrero Alonso

Introducción

Un año más corre a cargo de uno de los docentes de la Universidad Europea Miguel de Cervantes impartir la Lección Inaugural del Curso Académico. Este año ha recaído el privilegio en la Facultad de Ciencias de la Salud, a la que pertenezco. Cualquiera de los profesores que la integran sería merecedor de subir hoy a este estrado, tanto por su calidad docente como por su producción científica, así que me siento aquí en representación de mi Facultad con el ánimo de lograr estar a la altura que todos ellos merecen.

Por otra parte, cuando en el mes de junio el Rector me propuso impartir esta lección, acepté encantado este honor consciente de la confianza que la Universidad depositaba en mí y también de la responsabilidad que conlleva dirigirse a un auditorio tan espléndido como el aquí presente. Al empezar a escribir este discurso, me pregunté sobre la forma en la que redactarlo. ¿Usar un lenguaje técnico y riguroso, como en un artículo científico o en un capítulo de un libro? ¿O utilizar un lenguaje más coloquial para llegar a todos los oyentes? Permítanme que haya intentado escribir esta Lección en un lenguaje sin demasiados tecnicismos.

El tema que he escogido para esta lección es *la investigación aplicada en la lesión medular*. Al pronunciar la palabra investigación, y dependiendo del contexto, cada uno de ustedes evocará una imagen distinta. Alguien puede pensar en una búsqueda en internet o en una biblioteca; otros en un laboratorio lleno de tubos de ensayo, probetas, viales y quizás algún ratón albino. Así, me parece importante comenzar haciendo alusión a la primera parte del título de esta Lección, *la investigación aplicada*. Para aquellos que no estén familiarizados con el ámbito científico, quisiera explicarles que la investigación puede representarse como un *continuum* en uno de

cuyos extremos se encuentra la *investigación básica* y la *investigación aplicada* en el extremo opuesto. La *investigación básica* suele abordar problemas teóricos, llevarse a cabo en laboratorios, generalmente con animales; amplía el conocimiento científico creando nuevas teorías o modificando las existentes y tiene una aplicabilidad directa limitada. Por poner algún ejemplo, en el ámbito de la lesión medular, la investigación básica se centra en estudiar formas de controlar los procesos de inflamación cuando se produce la lesión de la médula espinal, o de buscar cómo regenerar el tejido nervioso con la utilización de células madre u otros procedimientos. En el extremo opuesto, *la investigación aplicada* tiende a abordar problemas inmediatos, a utilizar los llamados entornos del mundo real, a usar participantes humanos, y sus resultados son de aplicación práctica directa en beneficio de la sociedad. En el caso de la lesión medular, la investigación aplicada se centra en el restablecimiento de la función mediante prótesis, en el tratamiento del dolor o en el desarrollo de nuevas terapias. La investigación básica y la aplicada se complementan la una con la otra, y ambas se llevan a cabo en centros de investigación, en hospitales y, en nuestro caso, en la Universidad. Hoy en día el prestigio de una universidad está determinado principalmente por la calidad de sus investigadores y por su producción científica. Esta universidad, pese a



ser pequeña y joven, ha apostado porque sea una de sus señas de identidad la investigación en el ámbito de la discapacidad física.

Respecto a la segunda parte del título de esta Lección, *la lesión medular*, la Asociación de Paraplégicos y Grandes Minusválidos (ASPAYM) de Castilla y León cuenta desde hace años con un centro de rehabilitación, en el que mensualmente reciben tratamiento cerca de 200 personas con diferentes discapacidades físicas; en su mayoría, lesionados medulares. En el año 2007, esta Asociación creó en Valladolid, con la ayuda de la Gerencia de Servicios Sociales de la Junta de Castilla y León, el Centro de Investigación en Discapacidad Física, del que soy director. Su fin principal es conocer objetivamente la evolución de los pacientes que reciben tratamiento, o recomendarlo en caso de que no se realice y se considere oportuno. Poco después de su creación, se firmó un convenio de colaboración entre la Universidad Europea Miguel de Cervantes y ASPAYM Castilla y León, convenio firmado en enero de 2008. Desde ese instante, han sido y son varios los profesores y alumnos de esta universidad que han colaborado o colaboran con el Centro de Investigación en Discapacidad Física.

Permítanme que les hable ahora de un concepto que se maneja permanentemente en el ámbito universi-

tario y del que seguramente ustedes habrán oído hablar en algún momento: la *transferencia del conocimiento*. Aunque parezca complejo, en realidad alude a algo muy fácil de entender y de sentido común: el conocimiento debe pasar de la universidad, en la que se produce, a la sociedad. Es probable también que esta idea haya permanecido para ustedes en el plano de lo teórico. Pues bien, el principal objetivo de esta charla es mostrarles varios ejemplos prácticos de cómo se lleva a cabo la transferencia del conocimiento generado mediante la investigación aplicada en esta universidad, a los usuarios, que en este caso son las personas con lesión medular pertenecientes a ASPAYM Castilla y León. Introduciré brevemente lo que es y lo que implica sufrir una lesión medular para que puedan comprender con más facilidad qué necesidades tiene este colectivo, cómo se buscan soluciones a través de la investigación desde la universidad y qué beneficio le reportan al usuario final.

La lesión medular

Se entiende por “lesión medular” cualquier percance que afecte a la médula espinal y produzca alteraciones en la sensibilidad, el movimiento o la función autónoma por debajo del nivel de la lesión¹. La médula espinal actúa como el principal conducto de informa-

ción entre el cerebro y el resto del cuerpo. Cuando ésta se lesiona, el segmento afectado (cervical, dorsal, lumbar o sacro) y la gravedad de la lesión (completa o incompleta), determinarán qué funciones del cuerpo quedarán afectadas o se perderán. La situación clínica es devastadora y la pérdida de funciones de la persona conlleva también una pérdida de su independencia. Las posibilidades de recuperación espontánea son muy limitadas y no existe un tratamiento curativo.

Etiología²

La causa principal por la que se produce la lesión medular suelen ser los accidentes de tráfico, bien sea por colisión o atropello. La segunda suelen ser los accidentes laborales y las caídas desde alturas (árboles, escaleras, tejados, balcones, etc.). Finalmente, existen otras minoritarias como las caídas por intento de suicidio y las actividades deportivas.

La edad media en el momento de la lesión con mayor incidencia se sitúa entre los 30 y 40 años. Los varones sufren un mayor número de lesiones de este tipo que las mujeres, en relación de 3 a 1. Respecto al nivel de la lesión se observan aproximadamente el mismo número de parapléjicos que de tetrapléjicos, predomi-

nando las lesiones incompletas respecto a las completas.

Desde el accidente hasta el servicio de urgencias

¿Qué sucede desde que una persona sufre un accidente que le produce una lesión medular hasta que es ingresado en el hospital?

Tras sufrir el accidente, el equipo de salvamento tiene como prioridad estabilizar la función respiratoria y cardiovascular, así como inmovilizar la columna vertebral. La estabilización respiratoria es importante, ya que en las lesiones cervicales altas se pierde la inervación* del diafragma, músculo utilizado en la respiración, la persona es incapaz de toser y se puede asfixiar al no ser capaz de eliminar el moco. Tras estabilizarlo se le transporta al Servicio de Urgencias del hospital más cercano, donde se valora la necesidad de intervención quirúrgica para estabilizar la médula espinal, limitando así el progreso del déficit del sistema nervioso y permitiendo la movilización adecuada del paciente.

En el Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo

Una vez que la situación de amenaza vital se ha resuelto, se traslada a la persona al Hospital Nacional de

* Es decir, el nervio no alcanza el músculo para activarlo.

Paraplégicos de Toledo. Aquí se lleva a cabo una valoración más detallada del estado del sistema nervioso para clasificar al paciente según diferentes escalas. El objetivo principal de este hospital es dar rehabilitación al lesionado medular durante un periodo aproximado de seis meses, momento a partir del cual se le suele dar el alta médica. La rehabilitación recibida consiste en un trabajo intensivo de terapia ocupacional y de fisioterapia. Igualmente se enseña a los pacientes cómo llevar a cabo diferentes actividades de la vida cotidiana, tales como el aseo personal, cambiarse de ropa o conducir un coche adaptado.

Pasado el periodo en este hospital, el paciente vuelve a su domicilio y la Seguridad Social, a criterio del médico, le proporciona de 20 a 40 sesiones de rehabilitación al año como paciente crónico. Este número de sesiones es insuficiente y a partir de este momento se empiezan a acentuar las consecuencias secundarias de la lesión medular.

Consecuencias de la lesión medular

¿Qué consecuencias sufre una persona que tiene una lesión medular?

A *nivel psicológico y social* el accidentado tiene que afrontar cuantiosos costes médicos³ además de, normalmente, perder su trabajo³. Unida a estas consecuencias, aparece un incremento de la dependencia familiar⁴, aislamiento social⁴, discriminación⁴ y estados depresivos y ansiosos⁵⁻⁶.

A *nivel físico* los lesionados medulares se caracterizan por ser extremadamente sedentarios, lo que acenúa la incidencia de complicaciones secundarias como la diabetes *mellitus* tipo 2*, la hipertensión o la obesidad⁸. Entre las consecuencias físicas, destaca la desmineralización del hueso, es decir, el aumento del grado de *osteoporosis*, así como una mayor prevalencia de *fracturas*⁹. En el sistema neuromuscular se aprecia en muchos casos la presencia de *espasticidad*¹⁰, es decir, contracciones musculares involuntarias o espasmos. También se ha descrito una *pérdida* rápida y dramática de la cantidad de *masa muscular* por debajo del nivel de la lesión¹¹, y es que algunos estudios han observado una disminución del 46% de la masa muscular en las primeras seis semanas tras la lesión⁹. Respecto al *sistema vascular*, se produce una reducción del flujo sanguíneo en la extremidad inferior¹², una disminución del diámetro de las arterias¹³ y alteraciones a nivel de los capilares¹⁴.

* Mecanismo fisiopatológico caracterizado por un déficit de producción de insulina y una deficiente utilización periférica por los tejidos de glucosa.

Entre las principales complicaciones que sufre un lesionado medular, una de las que tiene mayor prevalencia y constituye un factor de mortalidad prematuro¹⁵ son las *úlceras por presión*. Las úlceras por presión, úlceras por decúbito o escaras, son lesiones causadas por la presencia constante de una fuerza sobre los tejidos blandos, que los presiona y llega a cortar, interrumpiendo su irrigación sanguínea y limitando el aporte de oxígeno¹⁶, produciendo la muerte de estos tejidos¹⁷. Un ejemplo del temor que se tiene a la aparición de escaras es que los padres que tienen niños con lesión medular suelen despertarse unas tres veces cada noche para cambiar de posición al niño y así evitar que determinadas zonas corporales estén recibiendo una presión continua.

Relación entre la arquitectura muscular y la prevalencia de úlceras por presión en lesionados medulares

Los investigadores de esta universidad que colaboramos con el Centro de Investigación en Discapacidad Física nos preguntamos si la pérdida de masa muscular podría estar relacionada con la incidencia de úlceras por presión en lesionados medulares, relación que no se ha descrito en ningún estudio.

En el año 2009 la Consejería de Sanidad de la Junta de Castilla y León nos financió un proyecto de investigación que tenía por objetivo conocer la relación entre la cantidad y la calidad de la masa muscular y la prevalencia de úlceras por presión en lesionados medulares.

Nuestra hipótesis experimental era que la masa muscular puede actuar como un colchón que amortigua y absorbe las fuerzas externas y, en consecuencia, que lesionados medulares con poca masa muscular habrían sufrido más escaras. La primera pregunta que nos formulamos fue: ¿Cuánta masa muscular tienen las personas que están sanas? Así, en la primera fase de este proyecto decidimos crear una base de datos de valores de referencia que describiese diferentes variables relacionadas con la musculatura en personas sanas. ¿Y cómo se mide la cantidad y la calidad del tejido muscular? La tecnología que utilizamos para este propósito fue la ecografía. Escogimos tres músculos representativos de las piernas, ya que es en esta zona del cuerpo donde más masa muscular se pierde como consecuencia de la inactividad¹⁸. Tras una revisión bibliográfica, se definió un protocolo de medición y posteriormente se evaluó a 100 personas jóvenes, 61 varones y 39 mujeres, con un rango de edades en el que se alcanza de forma natural el máximo desarrollo de la masa muscular. Prácticamente

todas las personas que participaron de forma voluntaria en esta fase experimental fueron alumnos y algún profesor de la Universidad Europea Miguel de Cervantes.

Los resultados obtenidos en esta primera fase nos permiten actualmente conocer cuánto se aleja de la normalidad una valoración de la masa muscular hecha a cualquier discapacitado físico y, así, poder recomendar un trabajo de rehabilitación específico que evite su pérdida.

La segunda fase de este estudio consistió en la valoración de la masa muscular en personas con lesión medular. El resultado más interesante que arrojó esta investigación fue que las personas que habían sufrido una úlcera por presión, generalmente en la zona isquiática, tenían menos masa muscular en la zona del muslo. La relevancia de estos resultados es importante, ya que considera la atrofia muscular como un factor más de riesgo de la aparición de úlceras por presión.

Influencia de las vibraciones de cuerpo completo en el flujo sanguíneo y la activación muscular en lesionados medulares

Una vez constatada la importancia de preservar

desde el momento de la lesión la mayor cantidad de masa muscular posible, nos preguntamos cómo podemos conseguir este objetivo en personas que, en su mayoría, no son capaces de contraer la musculatura de forma voluntaria. Recordemos que estamos hablando de los músculos de las piernas de personas con paraplejia o tetraplejia. Una de las formas en las que se puede activar la musculatura sin la colaboración activa del paciente es de forma refleja mediante el uso de vibraciones.

Para esto el IMSERSO nos financió un proyecto de investigación que se llevó a cabo tanto en el Centro de Referencia Estatal de Discapacidad y Dependencia de San Andrés del Rabanedo (en León), como en el Centro de Rehabilitación de ASPAYM Castilla y León. El objetivo de este estudio fue analizar la influencia de las vibraciones de cuerpo completo en el flujo sanguíneo y la activación muscular en lesionados medulares. ¿Vibraciones de cuerpo completo? ¿Y esto qué es? Seguro que si les hablo de las plataformas de vibraciones que aparecen en los anuncios de teletienda, todos sabemos a qué me estoy refiriendo. Entonces, la primera pregunta que le puede surgir a una persona es: ¿Y cómo se sujetaba de pie un lesionado medular encima de la plataforma?



Cada paciente era tumbado en una camilla que tenía un tope en los pies, tope sobre el cual se colocaba la plataforma de vibraciones. Las rodillas de la persona se flexionaban colocando material almohadillado debajo de ellas, y la persona era fijada a la camilla con cinchas de velcro. Posteriormente la camilla se inclinaba con un motor hasta 45 grados, con lo que gran parte del peso de la persona caía sobre la plataforma. En esta posición, que pueden observar en una foto en el cuaderno que se les ha entregado, se aplicaban en orden aleatorio seis protocolos diferentes de vibraciones. En la arteria femoral de la pierna derecha se medía en tiempo real durante la aplicación de las vibraciones cuánta sangre llegaba al muslo. Dicha medición se registraba con un ecógrafo. En la pierna izquierda se colocaban unos electrodos que nos indicaban cuánto se contraía la musculatura.

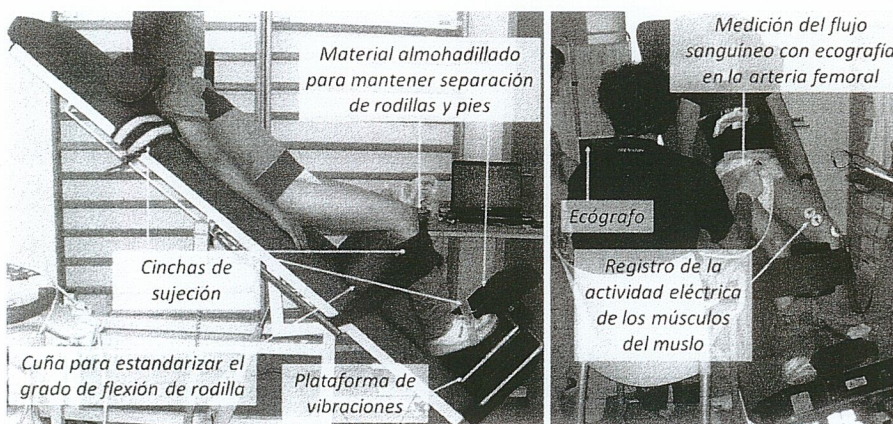


Figura 1. Posición del paciente en el plano inclinado durante la aplicación de vibraciones por medio de una plataforma.

Los resultados de esta investigación nos han permitido conocer qué protocolo de vibraciones incrementa más el riego sanguíneo y la activación de la musculatura en lesionados medulares. Ambos son aspectos fundamentales para evitar la pérdida de masa muscular y el deterioro del sistema vascular, que, como he expuesto anteriormente, son dos consecuencias secundarias de la lesión medular. Al evitar el deterioro de ambos sistemas, se puede mantener el trofismo* en la extremidad inferior y disminuir el riesgo de padecer una úlcera por presión.

Gracias a esta evidencia científica se ha producido una transferencia del conocimiento al Centro de Rehabilitación de ASPAYM Castilla y León. En este centro se utilizan las plataformas de vibraciones en la rehabilitación diaria de personas con discapacidad física y actualmente se aplican los protocolos que científicamente hemos observado como más eficaces.

Perspectivas futuras

Actualmente desde esta universidad estamos llevando a cabo nuevos proyectos relacionados con la investigación aplicada en la lesión medular así como en

* Desarrollo, nutrición y mantención de la vida de los tejidos.

otras discapacidades físicas. Una línea de trabajo es la valoración y rehabilitación del *equilibrio*, cualidad afectada en varios de nuestros pacientes y que aumenta el riesgo de sufrir caídas¹⁹. Al igual que en el estudio de la masa muscular, la primera fase de esta investigación fue construir una base de datos de normalidad realizando pruebas de equilibrio a personas sanas. Seguro que muchos de los aquí presentes la recuerdan, pues fue en esta Universidad con su personal y sus alumnos con los que construimos en parte esta base de datos. Una vez más, les damos las gracias a todos ellos por su colaboración desinteresada.

Otra línea de trabajo, financiada por el Ministerio de Industria y Comercio, es el desarrollo de una plataforma de *telerehabilitación*. En una comunidad autónoma tan grande como la nuestra, a muchas personas con discapacidad física les es imposible acceder asiduamente a un centro especializado para recibir tratamiento. La plataforma que estamos desarrollando permitirá, a través de internet, poner a disposición de estas personas un equipo de terapeutas que prescriban, supervisen y evalúen diferentes protocolos de ejercicio.

También estamos investigando otros tratamientos que eviten el deterioro del sistema músculo-esquelético

en lesionados medulares, como son el trabajo con *electroestimulación neuromuscular* o el entrenamiento con *restricción del flujo sanguíneo*. Dos ex alumnos de esta universidad están iniciando sus tesis doctorales en estas líneas.

Con la idea de establecer una colaboración entre nuestra universidad, la citada asociación y las empresas, se está trabajando con el centro tecnológico CARTIF, del Parque Tecnológico de Boecillo. De forma conjunta estamos investigando sobre la rehabilitación del miembro superior con un *robot articulado* en pacientes que han sufrido un accidente cerebro-vascular.

Finalmente, con el afán de que esta Universidad y sus investigadores sean identificados con la investigación en el ámbito de la discapacidad física, estamos en contacto y recibiendo asesoramiento continuo del *Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo*, así como de la *Clínica Schulthess* de Zúrich, especializada en pacientes ortopédicos.

Reflexión final y conclusión

Para finalizar, me gustaría destacar que la mayor parte de las investigaciones de las que les he hablado

han sido o están siendo llevadas a cabo por licenciados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, como es mi caso. En otros países de Europa estos licenciados tienen una consideración semejante a la que cualquier otro profesional del ámbito sanitario y habitualmente existen plazas destinadas a ellos en las plantillas de los hospitales. Desafortunadamente no sucede así en España y, sinceramente, creo que estamos preparados y tenemos un papel importante que jugar dentro de las Ciencias de la Salud.

Igualmente, los grandes grupos de investigación a nivel mundial están formados por equipos multidisciplinares, es decir, médicos que trabajan conjuntamente con biólogos, químicos, fisioterapeutas, ingenieros, informáticos o licenciados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. También nosotros enfocamos así nuestro trabajo y, en ese sentido, he de reconocer aquí la continua colaboración en el centro de investigación con los alumnos y profesores del Grado en Ingeniería Informática de esta universidad.

Espero que las ideas que he desarrollado a lo largo de esta exposición les hayan ayudado a comprender la importancia que tiene la investigación aplicada en la persecución de la mejora de la calidad de vida de las

personas con lesión medular, en particular, y con discapacidad física en general.

He intentado mostrarles cómo llevamos a cabo la transferencia de conocimiento desde la Universidad a la sociedad. Para continuar con este propósito es importante seguir recibiendo financiación, pero sobre todo es imprescindible formar a las nuevas generaciones para que se unan a los equipos de trabajo ya asentados y para que sean competitivos a nivel internacional. En nuestro caso, la formación de investigadores forma parte de nuestra tarea cotidiana. Incorporamos habitualmente en todas nuestras investigaciones alumnos o ex alumnos de esta universidad como colaboradores. Personas a las que se les forma viviendo la investigación *in situ*, personas a las que se les exige como al resto del equipo, personas a las que se les está educando para estar entre los mejores. Ellos son nuestros investigadores y nuestros profesores del futuro. Ésta es la forma de trabajo y filosofía de nuestra universidad, y la investigación aplicada en beneficio de las personas con discapacidad para contribuir a disminuir su grado de dependencia, una de nuestras señas. Muchas gracias por su atención.

Valladolid, 9 de septiembre de 2010

REFERENCIAS

1. Alcobendas M. Conceptos generales sobre el síndrome de lesión medular. In: Esclarín A (ed) *Lesión medular. Enfoque multidisciplinario*. Editorial Médica Panamericana: Madrid, 2009, pp 3-10.
2. Alcaraz MA, Mazaira J. Epidemiología. In: Esclarín A (ed) *Lesión medular. Enfoque multidisciplinario*. Editorial Médica Panamericana: Madrid, 2009, pp 11-17.
3. Craig A, Tran Y, McIsaac P, Boord P. The efficacy and benefits of environmental control systems for the severely disabled. *Med Sci Monit* 2005; 11(1): RA32-9.
4. Craig A, Hancock K, Dickson H. Improving the long-term adjustment of spinal cord injured persons. *Spinal Cord* 1999; 37(5): 345-50.
5. Kanner AM, Barry JJ. The impact of mood disorders in neurological diseases: should neurologists be concerned? *Epilepsy Behav* 2003; 4 Suppl 3: S3-13.
6. Krause JS. Adjustment after spinal cord injury: a 9-year longitudinal study. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78(6): 651-7.
7. Jacobs PL, Nash MS. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Med* 2004; 34(11): 727-51.



8. 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(5): 489-500.

9. Elbasiouny SM, Moroz D, Bakr MM, Mushahwar VK. Management of spasticity after spinal cord injury: current techniques and future directions. *Neurorehabil Neural Repair* 2010; 24(1): 23-33.

10. Wilmet E, Ismail AA, Heilporn A, Welraeds D, Bergmann P. Longitudinal study of the bone mineral content and of soft tissue composition after spinal cord section. *Paraplegia* 1995; 33(11): 674-7.

11. Nash MS, Montalvo BM, Applegate B. Lower extremity blood flow and responses to occlusion ischemia differ in exercise-trained and sedentary tetraplegic persons. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77(12): 1260-5.

12. Olive JL, Dudley GA, McCully KK. Vascular remodeling after spinal cord injury. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(6): 901-7.

13. Scelsi R. Skeletal muscle pathology after spinal cord injury: our 20 year experience and results on skeletal muscle changes in paraplegics, related to functional rehabilitation. *Basic Appl Myol* 2001; 11((2)): 75-85.

14. Thomas DR, Goode PS, Tarquine PH, Allman RM. Hospital-acquired pressure ulcers and risk of death. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44(12): 1435-40.

15. Adams MM, Hicks AL. Spasticity after spinal cord injury. *Spinal Cord* 2005; 43(10): 577-86.

16. Cardenas DD, Hoffman JM, Kirshblum S, McKinley W. Etiology and incidence of rehospitalization after traumatic spinal cord injury: a multicenter analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85(11): 1757-63.

17. LeBlanc AD, Schneider VS, Evans HJ, Pientok C, Rowe R, Spector E. Regional changes in muscle mass following 17 weeks of bed rest. *J Appl Physiol* 1992; 73(5): 2172-8.

18. Stolze H, Klebe S, Zechlin C, Baecker C, Friege L, Deuschl G. Falls in frequent neurological diseases—prevalence, risk factors and aetiology. *J Neurol* 2004; 251(1): 79-84.