

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Entrenamiento de la capacidad aeróbica por medio de la terapia acuática en niños con parálisis cerebral tipo diplegia espástica

Training aerobic capacity through the aquatic therapy in children with cerebral palsy type spastic diplegia

Nandy Fajardo-López¹ • Fabiola Moscoso-Alvarado MSc²

Recibido: 12/03/2013 / Aceptado: 14/11/2013

¹Fisioterapia, Universidad Nacional de Colombia.

²Departamento del Movimiento Corporal Humano. Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: Prof. Fabiola Moscoso Alvarado. Universidad Nacional de Colombia (Ciudad Universitaria), Facultad de Medicina, Oficina 515C. Bogotá. Teléfono: 3165000; extensión: 15200-15189. Celular: 3153468308. Correo electrónico: fmoscosoa@unal.edu.co

| Resumen |

Antecedentes. La parálisis cerebral tipo diplegia espástica genera cambios en el sistema cardiovascular que afectan la capacidad aeróbica. La terapia acuática es una estrategia terapéutica óptima tanto para el manejo de la población como para el entrenamiento de la capacidad aeróbica, por las respuestas fisiológicas que genera y porque brinda la facilidad de generar mayores cargas al sistema cardiovascular con menores riesgos que en tierra.

Objetivo. Identificar las características que debe tener una propuesta de intervención fisioterapéutica para el entrenamiento de la capacidad aeróbica en niños y niñas entre los 8 y los 12 años, con parálisis cerebral tipo diplegia espástica, empleando la terapia acuática.

Materiales y métodos. Se desarrolló un estudio de tipo descriptivo-propositivo, en el cual se formuló una propuesta de intervención basada en información recolectada a través de referencias bibliográficas.

Resultados. Se presentan en forma de propuesta de intervención, describiendo en detalle las fases del entrenamiento de la capacidad aeróbica, mediante los principios del entrenamiento y la prescripción de ejercicio físico, teniendo en cuenta las respuestas fisiológicas ante la carga, así como las características propias de la población.

Conclusión. La parálisis cerebral tipo diplegia espástica, genera cambios en la capacidad aeróbica; por esto, el fisioterapeuta debe incluirla en los procesos de rehabilitación

como uno de sus objetivos. Para lograrlo, la terapia acuática es una modalidad de tratamiento óptima, puesto que genera mayor seguridad de movimiento y respuestas fisiológicas favorables en el sistema cardiovascular.

Palabras clave: Hidroterapia, Resistencia Física, Niño, Parálisis Cerebral (DeCS).

.....
Fajardo-López N, Moscoso-Alvarado F. Entrenamiento de la capacidad aeróbica por medio de la terapia acuática en niños con parálisis cerebral tipo diplegia espástica. Rev. Fac. Med. 2013;61:365-371.

Summary

Background. The cerebral palsy is a condition that generates changes in the cardiovascular system affecting the aerobic capacity. Aquatic therapy is an optimal therapeutic strategy for the management of both the population and the aerobic capacity training because of the physiological responses generated and the ease of generating higher loads on the cardiovascular system with lower risk than on land.

Objective. The aim of this research was to identify the characteristics of a physiotherapy intervention proposal for children aged 8 to 12 years-old with spastic diplegia cerebral palsy, using aquatic therapy for aerobic capacity training.

Materials and methods. The research reflects a descriptive-proposal study, in which an intervention proposal was made based on information collected through references.

Results. Results are presented in the form of intervention proposal that seeks to describe in detail the stages of aerobic training based on the principles of training and prescribing exercise, taking into account the physiological responses to the load and the characteristics of the population.

Conclusion. The cerebral palsy caused changes in the aerobic capacity therefore it must be included in the physiotherapist rehabilitation processes as one of its main objectives. The findings indicate that aquatic therapy is an excellent treatment method for training aerobic capacity in this population, because of the greater security of movement and the favorable physiological responses that are generated in the cardiovascular system.

Key words: Hydrotherapy, Physical Endurance, Child, Cerebral Palsy (MeSH).

Fajardo-López N, Moscoso-Alvarado F. Training aerobic capacity through the aquatic therapy in children with cerebral palsy type spastic diplegia. *Rev. Fac. Med.* 2013;61:365-371.

Introducción

La terapia acuática es una modalidad terapéutica dentro de la hidroterapia, definida según Mogollón (1) como un procedimiento terapéutico que resulta del uso combinado del agua como medio y de técnicas y modelos de rehabilitación, con el fin de producir en la persona efectos curativos y recreativos que faciliten la función, que promuevan la adhesión al tratamiento y la consecución rápida de los objetivos propuestos para el mismo.

Una de las patologías neurológicas infantiles que se puede ver beneficiada por el uso de la terapia acuática es la parálisis cerebral, definida como un trastorno aberrante en el control del movimiento y la postura, que aparece tempranamente en la vida debido a una lesión, disfunción o malformación del sistema nervioso central y no como resultado de una enfermedad progresiva o degenerativa (2).

La diplegia espástica es un tipo característico de parálisis cerebral y fue definida por Mohammed (3) como una alteración en la cual las extremidades inferiores son las más afectadas, con una involución a un miembro superior. Del 70% de casos de parálisis cerebral espástica, la diplegia se presenta en un 24% de los casos (4). Estos datos reflejan la alta frecuencia de presentación de este tipo de parálisis cerebral y dejan clara la pertinencia de estudios que se centren en esta población. Diversos estudios se han interesado por describir las alteraciones que provoca la diplegia espástica a nivel motor y funcional (2-4); sin embargo, pocos autores se han preocupado por describir las alteraciones en la capacidad aeróbica que esta patológica provoca.

La capacidad aeróbica ha sido considerada como la medida fisiológica más importante en el ser humano para pronosticar su rendimiento físico en actividades de larga duración y en cierta forma para conocer la funcionalidad de los distintos sistemas orgánicos involucrados en el transporte de oxígeno (5). En este sentido, la capacidad aeróbica se define como la capacidad para llevar a cabo las tareas diarias con vigor y en estado de alerta, sin fatiga excesiva y con energía suficiente para disfrutar de actividades de tiempo libre y hacer frente a emergencias imprevistas. Por lo tanto, medir e intervenir la capacidad aeróbica de las personas con parálisis cerebral es importante para evaluar su potencial en la vida cotidiana (6).

Los niños con diplegia espástica suelen tener afecciones en la capacidad aeróbica por tres razones principales: la primera, es la disminución en el intercambio gaseoso producto de una modificación en la expansión torácica (7); la segunda, es la tendencia a presentar mayores niveles de postcarga como resultado de la compresión venosa periférica que genera la espasticidad y las deformidades propias de la patología (8); y, la tercera, es el aumento en el consumo de oxígeno debido a la modificación del control neurológico y la incapacidad de realizar movimientos coordinados (9). Por estas tres razones tienden a tener valores elevados de frecuencia cardíaca, presión arterial y altas concentraciones de lactato después de una carga de trabajo físico (10).

Asimismo, los niños con diplegia espástica tienden a ser menos activos y más obesos que los niños sin discapacidad, convirtiendo los riesgos de salud asociados a la inactividad física y a la obesidad en una seria preocupación en esta población (11). Además, su discapacidad puede convertirse en un limitante para desenvolverse en actividades deportivas con las que probablemente podrían mejorar su calidad de vida y tener un proceso de integración social (12).

Por otra parte la terapia acuática se considera una modalidad terapéutica óptima para el entrenamiento de la capacidad aeróbica por las respuestas fisiológicas que genera a nivel cardiovascular. Según Hall y cols., (13) y Becker (14) la base de todos los cambios fisiológicos asociados con la inmersión es la presión hidrostática: aproximadamente 700 ml de sangre son redistribuidos en las extremidades, proceso que genera un aumento del retorno sanguíneo al corazón y del gasto cardíaco en aproximadamente un 34 %.

Algunos estudios han demostrado que la inmersión en el agua causa hemodilución, probablemente como resultado de los cambios a nivel de los fluidos extracelulares en los espacios vasculares (14). Además, con la inmersión, se disminuye la frecuencia cardíaca debido a un aumento de la presión externa, que permite que el oxígeno entre a la sangre más fácilmente (15). Estos dos factores generan una disminución en la sobrecarga cardíaca, siendo esta una de las razones

principales para recomendar el entrenamiento de la capacidad aeróbica en el agua.

A nivel del sistema respiratorio, los volúmenes y las capacidades (capacidad vital, pulmonar total, residual funcional y volumen de reserva espiratorio) están disminuidos. Lo anterior se produce por dos factores: a) el tórax y el abdomen están sometidos a la presión hidrostática y b) la distensión pulmonar está reducida como resultado de la congestión vascular central (16), lo que finalmente produce una disminución en la capacidad vital de aproximadamente 5-10% (17). Esto significa que actividades simples y que no implican grandes destrezas motoras pueden convertirse en actividades de entrenamiento para el sistema cardiorrespiratorio en inmersión.

En conclusión, gracias a las respuestas fisiológicas favorables generadas en el medio acuático, este se considera un espacio óptimo para la intervención de la capacidad aeróbica (18). A partir de esta premisa, se decidió plantear una propuesta de intervención de la capacidad aeróbica en agua, siguiendo los principios del entrenamiento, reconociendo la importancia de estos últimos para lograr las adaptaciones esperadas.

Materiales y métodos

Esta es una investigación de tipo descriptiva propositiva. A partir de una investigación teórica, se fundamenta y diseña una propuesta de intervención fisioterapéutica que busca mejorar la capacidad aeróbica en niños entre 8-12 años con parálisis cerebral tipo diplegia espástica, a través de la terapia acuática. Para plantear dicha propuesta se realizó una búsqueda bibliográfica en: Pubmed, Medline, Scopus, EBSCO Host, Access Medicine, Dynamed, Science Direct, OVID Journals y Biblioteca virtual en salud.

La información consultada en las bases de datos se realizó utilizando los siguientes términos MESH: Parálisis Cerebral (Cerebral Palsy), Hidroterapia (Hydrotherapy), Fisioterapia (Physical Therapy Specialty), Terapia por ejercicio (Exercise Therapy). Y términos no MESH: terapia acuática (aquatic therapy), diplegia espástica (spastic diplegia) y capacidad aeróbica (aerobic endurance). Se consultaron artículos en inglés, español y portugués, utilizando el operador booleano "AND".

Se encontraron en las bases de datos y revistas virtuales un total de 1867 artículos relacionados con el tema de interés, de los cuales se seleccionaron 119 artículos según su aplicabilidad y pertinencia a través de la lectura del título y/o resumen. Además se encontraron dos artículos que abordaban los temas de terapia acuática, actividad física y parálisis cerebral y cuatro artículos relacionados con los procesos investigativos. Por otra parte, se

extrajeron conceptos fundamentales de 29 libros de texto, en relación con la terapia acuática, la parálisis cerebral y el entrenamiento.

Resultados

Como resultado de la búsqueda bibliográfica, su análisis e interpretación surge la siguiente propuesta de intervención.

Sujetos: Los criterios de inclusión planteados para llevar a cabo la intervención fueron: edad entre los 8 y 12 años, niños con diagnóstico de parálisis cerebral tipo diplegia espástica, que tengan firma del consentimiento informado por parte del padre o cuidador, que cuenten con la disponibilidad de un cuidador siempre durante la sesión y que tengan aval médico para la intervención.

Los criterios de exclusión fueron: actividad convulsiva no controlada, quemaduras en estado agudo de curación, historia de aspiración de líquidos y/o precauciones por neumonía aspiratoria, eventos de infecciones respiratorias recurrentes, afecciones cardiovasculares severas no controladas o con síntomas de exacerbación a la inmersión, problemas respiratorios severos no controlados que comprometan la capacidad vital a menos de un litro y que se exacerben con la inmersión, inestabilidad de signos vitales, presencia de tubo nasogástrico, traqueotomía, colostomía, urostomía o bolsa de ileostomía, tubo de gastrostomía endoscópica percutánea, cirugía ortopédica aguda con dolor e inestabilidad y sensibilidad al cloro.

Evaluación: se plantea para ser realizada antes y después de llevar a cabo la propuesta de intervención.

Se plantean como variables a evaluar: el VO_2 pico ($mL \cdot \min^{-1} \cdot kg^{-1}$), la respuesta adaptativa de la frecuencia cardíaca (latidos por minuto, lpm), la capacidad de trabajo físico (vatios) y el tiempo de duración de un ejercicio continuo sin tomar descanso (minutos). Se proyecta medir estas variables a través del test con espirómetro de miembros superiores descrito por Yoshiko Tobimatsu y cols., planteado específicamente para niños con parálisis cerebral (19), el cual se describe a continuación.

Los sujetos descansarán de 5 a 6 minutos antes de la prueba, registrando su menor frecuencia cardíaca. Después realizan de 2 a 3 minutos de calentamiento rotando los mangos, sin resistencia a una velocidad de 50 rpm. Los niños que no puedan hacerlo a la velocidad que se les pide, se les permitirá realizarlo a la velocidad a la que puedan, pero siempre deben mantenerla. Se incrementará la resistencia 12 watt/min cada 3 minutos. La prueba finalizará cuando el niño no sea capaz de continuar por fatiga en los miembros superiores o por presentación de disnea.

Tabla 1. Relación VO₂ y frecuencia cardíaca de reserva.

Intensidad	%FC reserva	% FC máx.	%VO ₂ máx.	Borg
Muy liviano	<20	<50	<43	<10
Liviano	20-39	50-63	43-53	10-11
Moderado	40-59	64-76	54-71	12-13
Vigoroso	60-84	77-93	72-87	14-16
Muy duro	≥ 85	≥ 94	≥ 88	17-19
Máximo	100	100	100	20

Tabla 2. Descripción macrociclo.

Fases	MACROCICLO (6 meses)																								
6 semanas	Macro ciclo Integrado	1. ADAPTACIÓN AL MEDIO ACUÁTICO						2. INTRODUCCIÓN AL TRABAJO AERÓBICO						3. MÁXIMA CARGA AL SISTEMA CARDIOVASCULAR						4. MANTENIMIENTO DEL TRABAJO AERÓBICO					
2 semanas	Fase Macro cíclica	1.1 Fase Gener		1.2 Fase Espec		1.3 Fase Espec		2.1 Fase Gener		2.2 Fase Espec		2.3 Fase Man/ento		3.1 Fase Gener		3.2 Fase Espec		3.3 Fase Man/ento		4.1 Fase Gener		4.2 Fase Espec		4.3 Fase Man/ento	
1 semana	Microciclo	A	A	C	C	C	R	A	C	C	I	C	R	A	C	I	C	C	R	A	C	I	C	C	R
1 día	Sesiones	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

A= Adaptación
C= Carga
I= Impacto
R= Recuperación

L = Lunes
M = Miércoles
V= Viernes

Gener = General
Espec = Especifica
Man/ento = Mantenimiento

Tabla 3. Descripción porcentajes de la carga en relación al VO₂ máximo y a la frecuencia cardíaca de reserva.

FASES (24 semanas)	SEMANAS	DURACIÓN MINUTOS			TOTAL SESIÓN (MINUTOS)	INTENSIDAD (Actividad central)	
		Calentamiento	Actividad central	Enfriamiento		% FCR	% VO ₂ máx.
ADAPTACIÓN AL MEDIO ACUÁTICO	1 – 6	15	20	10	45	40 – 59	54 -71
INTRODUCCIÓN AL TRABAJO AERÓBICO	6 – 12	10	25	10	45	57 – 70	70 – 80
MÁXIMA CARGA AL SISTEMA CARDIOVASCULAR	12 – 18	10	30	10	50	65 – 80	75 – 85
MANTENIMIENTO DEL TRABAJO AERÓBICO	18 – 24	10	30	10	50	57 – 75	70 – 83

Durante todo el desarrollo de la prueba se monitoreará la frecuencia cardíaca: se hará una toma inmediatamente después de finalizar, otra a los 3 minutos, a los 5 minutos y una última a los 10 minutos, con el fin de observar el comportamiento del sistema cardiovascular durante la recuperación. El VO₂ total pico se calculará utilizando la fórmula planteada por la ACSM (20) para ergómetro de miembros superiores:

$$VO_2 = [(W/M) * 3] + 3.5$$

W = potencia alcanzada en Kg*min⁻¹.

M = masa corporal en Kilogramos.

3 = consumo de oxígeno estimado para la práctica de bicicleta expresado en ml*Kg*min.

En cualquier caso si se percibe algún síntoma de deterioro en la salud como mareo, palidez, aumento exagerado de la FC o la TA, se suspenderá la prueba inmediatamente. Esta evaluación se realizará antes y después de aplicada la propuesta de intervención con el fin de evidenciar los cambios que presenten los sujetos en las variables planteadas.

Propuesta de intervención

La propuesta de intervención planteada se basa en la prescripción de ejercicio, para lo cual se tuvieron en cuenta los principios del entrenamiento y las variables que definen la carga a través de seis factores:

Intensidad: se determinará de acuerdo al porcentaje de Frecuencia Cardíaca de Reserva y su relación con el % VO₂ como se expresa en la tabla 1 (21). Para controlar estos valores en las sesiones se sugiere disponer de un monitor de frecuencia cardíaca por niño. La fórmula que se empleará para determinar la carga a través de la frecuencia cardíaca será:

$$FCE = [(FCM - FCR) * \%I] + FCR - 17$$

En donde FCE es frecuencia cardíaca de entrenamiento, FCM es frecuencia cardíaca máxima, FCR es frecuencia cardíaca de reserva, y -17 son los latidos que disminuyen con la inmersión (Tabla 3).

Volumen y densidad: se determinan de acuerdo a cada mesociclo de trabajo, empleando principalmente densidades de 1:2 y 1:3.

Duración: la duración de cada sesión será de 45 minutos, distribuidos entre calentamiento, trabajo aeróbico y vuelta a la calma (Tabla 3). El tiempo total de implementación de la propuesta será de 6 meses.

Frecuencia: la intervención se plantea de tres sesiones semanales.

Temperatura del agua: entre 30-32°C en un ambiente externo con temperatura controlada entre los 32°/ 36 °C.

En la tabla 2 se muestra la distribución de las sesiones siguiendo un modelo de macrociclo integrado y la duración de cada una de las fases. En una primera fase se busca que los niños tengan una adaptación al medio con el fin de que sean lo más independientes posible; en una segunda fase se inicia un proceso progresivo de carga al sistema cardiovascular, que los prepara para entrar a una tercera fase de máxima carga,

para, finalmente, tener una cuarta fase de mantenimiento de las mejoras obtenidas.

Discusión

Se considera que el periodo comprendido entre los 8 y los 12 años es ideal para el entrenamiento de la capacidad aeróbica, ya que los niños experimentan un crecimiento rápido del corazón con respecto al tamaño corporal y, así mismo, tienen umbrales anaeróbicos más altos. Antes de los 8 años el sistema cardiovascular es muy inmaduro y aproximadamente a los 13-14 años inicia una etapa de “fatiga fisiológica” que dificulta el entrenamiento de la capacidad aeróbica (22-24).

Varios autores afirman que los niños con parálisis cerebral tipo diplejía espástica presentan una serie de factores que los predisponen a tener niveles bajos de consumo de oxígeno dentro de los cuales se encuentra una biomecánica de la caja torácica modificada, una mayor postcarga, e incoordinación motriz (5,8,25,26). A pesar de esto no existen estudios al alcance de esta investigación que demuestren que, con la práctica de ejercicio físico aeróbico organizado y estructurado a partir de los principios del entrenamiento, se puedan lograr cambios positivos en los niveles de consumo de oxígeno de niños con diplejía espástica. Sin embargo, teniendo en cuenta las respuestas fisiológicas normales que genera el ejercicio de tipo submáximo, se estima que esto sea posible.

Por tales razones se seleccionó la terapia acuática como una modalidad de tratamiento óptima para el entrenamiento de la capacidad aeróbica en esta población, ya que le proporciona al niño una mayor seguridad de movimiento, permitiendo que se realicen ejercicios más intensos y fluidos de los que podría realizar en tierra, además de generar respuestas fisiológicas favorables para el sistema cardiovascular gracias a la presión hidrostática que genera aumento del retorno venoso, y hemodilución. (13,14,16,27).

Se plantea un tiempo total de implementación de la propuesta de seis meses, tiempo que se determinó teniendo en cuenta una revisión sistemática que evalúa los programas de ejercicio para niños con parálisis cerebral en donde se concluye que los programas de ejercicio aeróbico que tuvieron mayores beneficios para la población tenían una duración de entre cinco y ocho meses (23). Se plantea una frecuencia semanal de tres veces, la cual se determinó teniendo en cuenta la recomendación de la ACSM (20) como la frecuencia mínima para obtener cambios positivos en la capacidad aeróbica; además, se tuvo en cuenta que la prescripción se realizará

para una población pediátrica con niveles de actividad física bajos, clasificados en general como sedentarios y que, la energía empleada para realizar una sesión de terapia acuática, es mayor que la empleada en una sesión en tierra. Por otra parte, se planteó la propuesta en sesiones grupales, ya que estas promueven, motivan y estimulan las relaciones sociales además de mejorar la participación del niño a través de juegos, carreras y actividades de cooperación (12,28).

Para implementar la presente propuesta se sugiere una temperatura del agua entre los 30-32 °C, siguiendo las recomendaciones de Peterson (29) basados en que: los niños pierden calor más rápidamente que los adultos, las piscinas muy calientes son contraproducentes debido a que tienden a disminuir demasiado el tono muscular, lo que dificulta la realización de los ejercicios terapéuticos, aumenta la letargia y la fatiga; piscinas muy frías aumentan el tono impidiendo la realización de movimientos fluidos dentro del agua (30).

Finalmente, se recomienda la aplicación y validación de la presente propuesta de intervención con el propósito de comprobar las posibles modificaciones del consumo de oxígeno en los niños con parálisis cerebral a través de un programa de ejercicio acuático siguiendo los principios del entrenamiento, siendo susceptible a ser modificada de acuerdo a las características individuales de los niños en los que se aplique.

Conclusiones

La parálisis cerebral tipo diplejía espática, genera cambios en la capacidad aeróbica; por tal razón el fisioterapeuta debe incluirla en los procesos de rehabilitación como uno de sus objetivos principales. La terapia acuática es una modalidad de tratamiento óptima en esta población, puesto que genera mayor seguridad de movimiento y respuestas fisiológicas favorables en el sistema cardiovascular y osteomuscular.

En la formulación de la propuesta se tuvieron en cuenta los principios del entrenamiento adaptados a la población y la prescripción se realizó a niveles submáximos, basados en los porcentajes de VO₂, en relación con la frecuencia cardíaca de reserva. En una primera fase se buscará que los niños tengan una adaptación al medio con el fin de que sean lo más independientes posible, en una segunda fase se iniciará un proceso progresivo de carga al sistema cardiovascular que lo prepara para entrar a una tercera fase de máxima carga, para, finalmente, tener una cuarta fase de mantenimiento de las mejoras obtenidas.

Conflicto de interés

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia, al Departamento del Movimiento Corporal Humano, a la profesora Érica Mancera. A los colegas Catalina Zea y Camilo de la Pava y demás personas que con su apoyo hicieron posible la realización de este trabajo.

Referencias

1. **Mogollón A.** Principio de terapia acuática. Rev ASCOFI. 2005;3:85-93.
2. **Malagón J.** Diplejía espástica. En: Parálisis Cerebral. Buenos Aires: Panamericana; 2007. p. 586-92.
3. **Jan M.** Cerebral Palsy: Comprehensive Review and Update. Ann Saudi Med. 2006;13:123-32.
4. **Malagón J.** Parálisis cerebral. Congreso de Medicina en Pediatría "Actualizaciones en neurología infantil". 2007;67:586-92.
5. **Tobimatsu Y, Nakamura R.** Cardiorespiratory Endurance in People With Cerebral Palsy. Am J Phys Med Rehabil. 1998;57:991-4.
6. **Lundberg, A.** Maximal aerobic capacity of young people with spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1980;20:34-42.
7. **Franki L, Inge H.** The evidence-base for conceptual approaches and additional therapies targeting lower limb function in children with cerebral palsy: a systematic review using the ICF as a framework. J Rehabil Med. 2012;44:396-405.
8. **Prieto L, Garcia N.** Diplejía Espástica. En: Niños y niñas con parálisis cerebral. Madrid: Narcea Ediciones; 2004. p. 56-75.
9. **Thorpe D, Reilly M.** The effects of an aquatic resistive exercise program on ambulatory children with cerebral palsy. The Journal of Aquatic Physical Therapy. 2005;13:22-7.
10. **Jonhson C, Long T.** Use of the Guide to Physical Therapist Practice by Pediatrics Physical Therapist. Pediatr Phys Ther. 2009;21:176-86.
11. **Rimmer J, Rowland J.** Physical activity for youth with disabilities. Dev Neurohabil. 2008;15:141-8.
12. **Alvis K, Mejia M.** Boccia: factor de integración social y su significado en mujeres y hombres adscritos a la liga de parálisis cerebral de Bogotá. Rev. Fac. Med. 2013;2:16774.
13. **Hall J, Bisson D, O'hare P.** The physiology of immersion. Physiother Res Int. 1990;57:517-21.
14. **Becker L, Bruce E, Andrew J.** Biophysiological Aspects of Hydrotherapy. En: Comprehensive Aquatic Therapy. Philadelphia: Butterworth Heinemann; 2004. p. 19-56.
15. **Schoedinger P.** Aquatic physical therapy for patients with neurologic disorders. New Orleans: Aquatic therapy innovations. Combined sections meeting; 2005. p. 1-15.

16. **Dahlback G, Lundgren C.** Pulmonary air-trapping induced by water immersion. *Aerospace medicine.* 1972;768-74.
17. **Craig A, Ware D.** Effect of immersion in water on vital capacity and residual volume of the lungs. *J Appl Physiol.* 1967:423-5.
18. **Maybeck J.** Aquatic Resistance Training. Aquatic Exercise Association (AEA). 2011 [acceso 26 de septiembre de 2011]. Disponible en: http://www.aeawave.com/Portals/2/Research/IA_AquaticResistanceTrainingHandout.pdf.
19. **Tobimatsu Y, Nakamura R, Kusano S.** Cardiorespiratory Endurance in People With Cerebral Palsy measured using an arm ergometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;991-5.
20. American College for Sport Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Baltimore: Williams & Wilkins; 2006. p.7,26-34.
21. **Chicharro J, Almudena F.** Fisiología del Ejercicio. Madrid: Medica Panamericana; 2006. p. 3.
22. **Palau X.** Entrenabilidad de la resistencia en edades tempranas. *efdeportes Revista Digital [revista en Internet]*, 2005;2 [acceso 10 de agosto de 2011]:10-88. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd88/resist.htm>.
23. **Verschuren O.** Exercise programs for children with cerebral palsy: a systematic review of the literature. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008;87:10-88.
24. **Becker B.** Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM R.* 2009;1:859-72.
25. **Martínez, E.** La capacidad aeróbica. En: Educación física y deporte. Argentina; 2005. p. 1-7.
26. American College of Sport Medicine. Manual ACSM Para la Valoración y Prescripción Del Ejercicio. Badalona: Paidotribo; 2005. p. 2,83-110
27. **Epslein M, Duncan D, Fishman L.** Characterisation of the natriuresis caused in normal man by immersion in water. *Clin Sci.* 1972;275-87.
28. **Michelle K, Darragh J.** Aquatic exercise for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2005;838-42.
29. **Petersen T.** Pediatric Aquatic Therapy. En: *Comprehensive Aquatic Therapy.* Philadelphia: Butter Heinemann; 2004. p. 239-49.
30. Association, Aquatic Exercise. *The Aquatic Environment. Aquatic fitness Professional Manual.* United States: Human Kinetics; 2005. p. 77-80.