
TRAUMATISMO RAQUI-MEDULAR INFANTIL

Spinal cord injury in children

Débora Goulart

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação, FMRP/USP.
São Carlos – SP. e-mail: debygoulart@yahoo.com.br

Deborah Colucci Trevisan

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação, FMRP/USP.
São Carlos – SP. e-mail: deborah.trevisan@hotmail.com

Alberto Cliquet Júnior

Professor Titular F.C. M-UNICAMP/EESC-USP. Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Ciências Médicas-UNICAMP. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo (USP - São Carlos).
São Carlos – SP. e-mail: cliquet@fcm.unicamp.br

Daniela Cristina Carvalho de Abreu

Professora Doutora do Curso de Fisioterapia, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor/FMRP/USP. Curso de Fisioterapia. Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo,
Câmpus Ribeirão Preto (FMRP/USP). Ribeirão Preto – SP. e-mail: dabreu@fmrp.usp.br

Resumo

A lesão medular infantil apresenta um índice de incidência menor comparado ao adulto, entretanto, a compreensão dos problemas secundários que podem ocorrer após a lesão e suas formas de prevenção é de extrema importância para evitar que a criança fique debilitada em plena fase de crescimento e desenvolvimento. A compreensão das diferenças entre a lesão medular em adultos e crianças ajudará o fisioterapeuta a ser mais efetivo em seu trabalho, a fim de estimular o maior grau possível de independência da criança. O objetivo desta revisão da literatura é elucidar os problemas ocorridos pelo traumatismo raqui-medular infantil e como a Fisioterapia deve atuar para beneficiar o desenvolvimento e o aumento da independência das crianças, melhorando a qualidade de vida a curto e a longo prazos. Para a realização do levantamento bibliográfico, foram consultadas as bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs e Medline, referentes às publicações dos últimos 17 anos. Os estudos mostraram que a fisioterapia auxilia na manutenção ou melhora da integridade articular, óssea e da pele, da função intestinal e vesical, normalização do tônus, melhora do condicionamento cardiorrespiratório, aumento da independência e da capacidade de realização das atividades da vida diária, a fim de resultar em uma vida adulta mais produtiva e satisfatória na sociedade.

Palavras-chave: Lesão medular infantil; Complicações secundárias; Fisioterapia.

Abstract

Spinal cord injury in children presents a lower incidence compared to adults. However, the knowledge about secondary problems that may occur after lesion and their prevention methods is very important to avoid damage during children growth and development. The understanding of differences between spinal cord injury in adults and children will help physiotherapist to contribute with children independence during daily activities. The objective of this review is to clarify the consequences of the spinal cord injury in the growing and development on children and the effectiveness of physiotherapy in the functionality and improvement of their quality of life. The review of the literature was based on Pubmed, Scielo, Lilacs e Medline database, relating to the last 17 years publications. Physiotherapy has been shown to be efficient in the decrease of secondary problems, as maintenance of joint integrity, bone mass, improvement of cardiorespiratory performance, independence and quality of life.

Keywords: *Spinal cord injury children; Secondary complications; Physiotherapy.*

INTRODUÇÃO

O Traumatismo Raqui-Medular (TRM) é uma lesão traumática na medula espinhal que pode resultar no comprometimento das funções sensitiva, motora ou autonômica normais. A lesão medular em crianças difere-se da lesão em adultos, pois a criança encontra-se em fase de desenvolvimento e suas habilidades funcionais são diferentes, embora a classificação da lesão medular (LM) em adultos e crianças seja igual (1).

O TRM infantil (TRMI) pode acarretar em muitas complicações secundárias (2, 3, 4) como: deformidade da coluna vertebral, alteração do tônus muscular, contraturas, complicações respiratórias, hipotensão ortostática, depressão, úlcera de decúbito e disfunções esfinterianas (1).

O fisioterapeuta tem um papel importante nessa intervenção imediata, tendo como objetivo evitar problemas secundários e realizar a monitoração da função sensorial, tônus muscular, amplitude de movimento, nutrição adequada, respiração, evacuação da bexiga e intestino, evitando também contraturas, rigidez e úlcera de decúbito (5). Com a evolução da criança, podemos centrar outros tipos de objetivos no tratamento, sempre tendo como objetivo o aprimoramento da criança para o seu melhor desenvolvimento e independência, a fim de suprir as suas necessidades (6).

Com base nessas informações, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre a lesão medular infantil e fornecer um conhecimento diferenciado sobre a seqüela ocorrida no traumatismo raqui-medular em crianças e abordar algumas técnicas fisioterapêuticas utilizadas no tratamento para este tipo específico de pacientes.

MÉTODO

A realização do levantamento bibliográfico baseou-se em consultas das bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs e Medline, referentes às publicações dos últimos 17 anos, utilizando como palavras-chave *spinal cord injury, children, treatment, physiotherapy*. Os artigos selecionados tiveram seus conteúdos analisados na íntegra e foram comparados com outras publicações sobre o assunto.

Incidência e etiologia

A LM em crianças tem aumentado de 9,7% a 35,9% nos últimos 20 anos, sendo este fato relacionado principalmente com o aumento de TRM durante atividades extracurriculares e durante as férias (3). Acidentes automobilísticos são as principais causas de LM em todas as faixas etárias (1, 3,

4) e associados aos acidentes em pedestres e quedas somam 75% das lesões ocorridas, que geralmente acontecem na faixa etária de 0 a 6 anos. Na faixa etária dos 10 a 14 anos, os acidentes automobilísticos, quedas e acidentes em pedestres tornam-se menos predominantes, somando no total 40% das lesões medulares. Já na adolescência, 15 a 17 anos, as lesões por veículos motorizados e esportes lideram as estatísticas, ultrapassando 70% das lesões ocorridas (7).

Estatísticas mostram que 10% dos casos de óbito em recém-nascido (RN) são devido à LM ao nascimento, sendo que a maioria é pertencente à classe dos RN prematuros. A LM em RN pode ocorrer por inúmeros fatores, como excesso de tração longitudinal, torção do eixo vertebral, flexão súbita e exagerada da coluna e uso de fórceps. Todas essas manobras podem ser prejudiciais à coluna vertebral, podendo resultar em um esmagamento medular, isquemia por compressão vascular ou subluxação vertebral (8). Além disso, o tamanho grande da cabeça em relação ao não desenvolvimento dos músculos do pescoço e o aumento da elasticidade dos ligamentos fazem com que haja hiper mobilidade da cabeça, predispondo a criança a obter uma lesão medular sem anormalidades radiográficas, denominado *Sciwora* (9).

Complicações secundárias

Muitas das complicações que afetam o adulto com LM também afetam as crianças e adolescentes (6).

Úlcera de decúbito

Estatísticas mostram que as úlceras de decúbito são muito comuns em pacientes pediátricos com TRM. Dados mostram que, em geral, das crianças hospitalizadas, 51% dos pacientes com tetraplegia completa, 30% com tetraplegia incompleta, 40% com paraplegia completa e 19% com paraplegia incompleta apresentam úlceras de decúbito (3). Baseando-se nas estatísticas, os pacientes pediátricos ou responsáveis devem ser orientados a obter cuidados essenciais com a pele. Os pacientes com úlcera de decúbito podem necessitar de ajuda para a checagem da pele, que normalmente deve ser observada no mínimo 2 vezes ao dia. Atenção especial deve ser dada às crianças com LM, pois a vontade de explorar o ambiente aumenta o risco de lesionar a pele (1, 3).

Espasticidade

A avaliação do tônus muscular deve ser realizada para avaliar se a criança apresenta espasticidade ou flacidez (1, 10). A espasticidade na criança com LM pode resultar em limitações funcionais que, como consequência, poderá interferir nas atividades da vida diária (3, 4).

O Fisioterapeuta deve orientar a família no tratamento da espasticidade, evitando assim os problemas secundários. Posições mantidas por longos períodos contribuem para o desenvolvimento de encurtamento. Crianças em cadeiras de rodas tendem a desenvolver contraturas articulares em flexão plantar do tornozelo, flexor do quadril, joelho, cotovelo e dedos das mãos. Os alongamentos, para serem benéficos, devem ser realizados de 2 a 3x ao dia e o paciente deve, durante alguns períodos do dia, sair da cadeira de rodas para a posição de decúbito dorsal ou decúbito ventral, para permitir extensão de quadril, joelhos, com os tornozelos em posição neutra. Devido a todos esses fatores, as órteses na maioria das vezes são indicadas para obter um melhor posicionamento e ajudar a controlar a espasticidade. A utilização de mesas ortostáticas e a manutenção da posição ortostática também ajudam na diminuição momentânea da espasticidade, além de ajudar no alongamento prolongado dos músculos flexores de quadril, joelhos e dos flexores plantares do tornozelo (1, 3).

Entretanto, em casos de crianças que já possuem diminuição da amplitude articular, muitas vezes, é importante a análise radiológica desta articulação para avaliar a existência de ossificação heterotópica, a qual impedirá o aumento da amplitude de movimento (3).

Para alguns pacientes com espasticidade grave, medicamentos são prescritos para diminuir a espasticidade (3). Técnicas cirúrgicas também podem ser indicadas para a liberação do tendão a fim de minimizar os efeitos das contraturas (11).

Escoliose

As crianças com LM severa têm grandes chances de adquirirem uma deformidade na coluna espinhal durante o seu desenvolvimento. A deformidade mais comum na criança com LM é a escoliose, que pode chegar a graus mais leves, que requerem tratamento fisioterapêutico ou suporte externo, até graus mais graves e severos, que necessitam de intervenção cirúrgica. Estatísticas apontam que 46% a 98% das crianças com LM irão adquirir escoliose após o trauma. A escoliose geralmente irá se instalar antes da adolescência (12).

Dearolf et al. (13) (1990) mostraram que dos 23 adolescentes com LM, 67% necessitaram de coletes para a coluna vertebral, sendo que 42% apresentaram uma progressão do grau da curvatura da coluna vertebral, atingindo mais de 40° de escoliose.

Pesquisas mostraram que o uso de coletes para a coluna vertebral, antes da formação da curvatura, tem apresentado resultados positivos. O paciente com LM com curvatura inferior a 20° tem resultados de prevenção e retardamento da curvatura. Pacientes com curvaturas de 21° a 40° podem usar o colete para atrasar o procedimento cirúrgico. Para pacientes com curvatura superior a 41°, a cirurgia é indicada, pois o uso de coletes não tem efetividade nesses casos e ainda podem levar os problemas como úlcera e diminuição das atividades da vida diária (12).

A deformidade na coluna vertebral após o trauma medular pode ser causada por vários fatores, como fraquezas musculares, desequilíbrios musculares, deformidade da coluna vertebral devido à fratura não reduzida e/ou deslocação ou destruição do osso causada por lesão ou anormalidades da coluna, necessitando de intervenção cirúrgica para o tratamento da lesão (3).

Displasias do quadril

A incidência de luxação e subluxação na LM infantil variam de 29% a 82% e muitos autores relacionam essa porcentagem com a idade e característica do tônus muscular. Estatísticas da Associação de Lesão Medular Americana mostraram que 66% das crianças com ocorrência de LM no nascimento até a infância obtiveram algum grau de instabilidade no quadril. Enquanto que pacientes que sofreram LM na fase da adolescência tiveram apenas 6% de instabilidade do quadril, sendo que o nível da lesão não é responsável pelos índices de luxação ou subluxação do quadril (14, 15, 16).

Complicações respiratórias

A criança com LM alta necessita de assistência ventilatória, uma vez que uma das principais causas de óbito na fase aguda da LM infantil é a complicação respiratória. As complicações respiratórias que a criança pode adquirir incluem: atelectasias, pneumonia, pneumotórax, edema pulmonar, embolismo pulmonar, insuficiência respiratória e aspiração. Essas complicações são responsáveis pela diminuição na função pulmonar, conseqüente ao enfraquecimento dos músculos responsáveis pela respiração (1).

Os problemas respiratórios vão sempre depender do nível em que ocorreu a lesão (3). Todo lesado medular infantil com lesão acima de T12 terá algum comprometimento da função dos músculos respiratórios, podendo ser em maior ou em menor grau (1).

Disreflexia autonômica

A disreflexia autonômica (DA) geralmente ocorre em indivíduos com nível de lesão em T6 ou superior. A incidência em adultos chega a 85% dos casos de LM e geralmente ocorre após 6 meses ao incidente. Nas crianças, a incidência é ao redor de 25% dos casos após 1 ano de lesão (1, 17).

A DA é uma ativação exagerada do sistema nervoso autônomo simpático, que resulta da falta da interrupção supra-espinhal. A DA é caracterizada por cefaléias fortes, sudorese acima do nível da lesão, congestão nasal, náuseas, aumento da pressão arterial, bradicardia, erosões na pele, ansiedade e visão embaçada (1). A presença da DA na LM infantil é uma questão de risco na vida da criança.

Os fatores desencadeantes mais comuns para a DA são: alterações na bexiga, distensão intestinal, escaras, queimaduras, unhas encravadas, roupas justas, fraturas e procedimentos invasivos. Assim, é necessário reconhecer os sintomas e cessar a causa da DA (1, 6, 15) (despir qualquer tipo de vestimenta apertado, manter cabeça elevada e fazer o esvaziamento da bexiga e do intestino).

Disfunções urinária e intestinal

A bexiga, dependendo do nível da LM vai apresentar: a) bexiga espástica, acima do nível sacral, com acúmulo de menor quantidade de urina e contrações vesicais involuntárias, ocorrendo perdas freqüentes de urina (10) ou b) bexiga flácida, abaixo do nível sacral, com acúmulo de maior quantidade de urina, devido à não-contração dos músculos da bexiga, ocorrendo eliminação da urina quando a bexiga estiver cheia além do seu limite (10). A equipe interdisciplinar pode orientar a criança ou seu responsável de como realizar cateterismo vesical intermitente e cuidados com o esvaziamento vesical (6).

O monitoramento do intestino é importante, para evitar o constrangimento social, o agravamento da espasticidade, crise de disreflexia autonômica e a formação de fecaloma (6). O paciente deve ser submetido a dietas ricas em fibras, ingerir bastante quantidade de água, uso de laxantes, massagens abdominais, toque do esfíncter anal interno (com luvas e lubrificado) ou uso de supositórios. As manobras devem ser realizadas em horários predeterminados (10).

Fisioterapia

O tratamento fisioterapêutico da LM infantil é igual ao dos adultos, levando em consideração que o tratamento deve ser baseado nas necessidades do desenvolvimento e crescimento das crianças, tendo sempre como objetivo que a criança consiga uma vida adulta satisfatória. Além da LM, a criança pode sofrer lesões complementares, como: traumatismo craniano, trauma musculoesquelético e lesões internas, que podem resultar no agravamento da reabilitação (1, 3, 15).

A fisioterapia para o paciente pediátrico com LM deve ser iniciada imediatamente a fim de evitar os problemas secundários. A criança e seus familiares devem participar do tratamento.

A reabilitação inicial consiste na estabilização do paciente e seus membros, monitoração da respiração, evacuação da bexiga e intestino e mobilidade articular passiva em toda amplitude de movimento (ADM) (1).

Após a fase de choque medular, a Fisioterapia e a equipe interdisciplinar deve monitorar a respiração, nutrição, esvaziamento da bexiga e intestino, tônus muscular e prevenção dos problemas secundários, como: úlcera de decúbito, contraturas, deformidade, trombose venosa profunda e ossificação heterotópica (1, 3). Passado o estágio inicial da recuperação, inicia-se a fase de planejamento da adequação às atividades da vida diária. Os exercícios devem agora focar o ganho de mobilidade, força muscular, equilíbrio, alongamento, sempre realizando o tratamento de maneira divertida e variável.

As crianças com pouca idade e com lesão mais alta necessitam de ajuda para as transferências, mas as crianças com lesões inferiores a C7 podem ser treinadas e estimuladas a praticarem a transferência sozinha. O treinamento com a cadeira de rodas deve ser realizado para o aumento da independência.

O treinamento da marcha também é um aspecto importante na reabilitação da criança. Este treinamento pode ser realizado por meio de dispositivos auxiliares e órteses, ou induzida pela estimulação elétrica neuromuscular (EENM), que produzem contrações musculares coordenadas (18). Nesse treino, é estimulado o músculo quadríceps bilateralmente e o nervo fibular, para que ocorra o reflexo de retirada e assim consecutivamente a troca do passo. Em crianças, a intensidade da estimulação elétrica deve ser controlada, devido à existência da placa de crescimento.

Embora a literatura existente sobre a EENM em crianças seja muito escassa e os estudos em crianças ainda sejam recentes, pacientes com LM têm obtido melhoras significativas na questão da prevenção da rigidez muscular, melhora no fluxo sanguíneo e retorno venoso, diminuição da espasticidade, prevenção nas úlceras de decúbito, melhora no condicionamento físico e do sistema musculoesquelético (19, 20). Além desses benefícios, estudos apontam que a realização contínua do treino de marcha tem cooperado para a recuperação dos movimentos (21).

Dependendo do nível da lesão, os pacientes realizam o treino de marcha sobre o solo com andador (Figura 1) ou sobre esteira ergométrica associada ao suporte parcial do peso corpóreo (Figura 2) (18, 22).



FIGURA 1 - Paciente com paraplegia realizando treino de marcha com andador

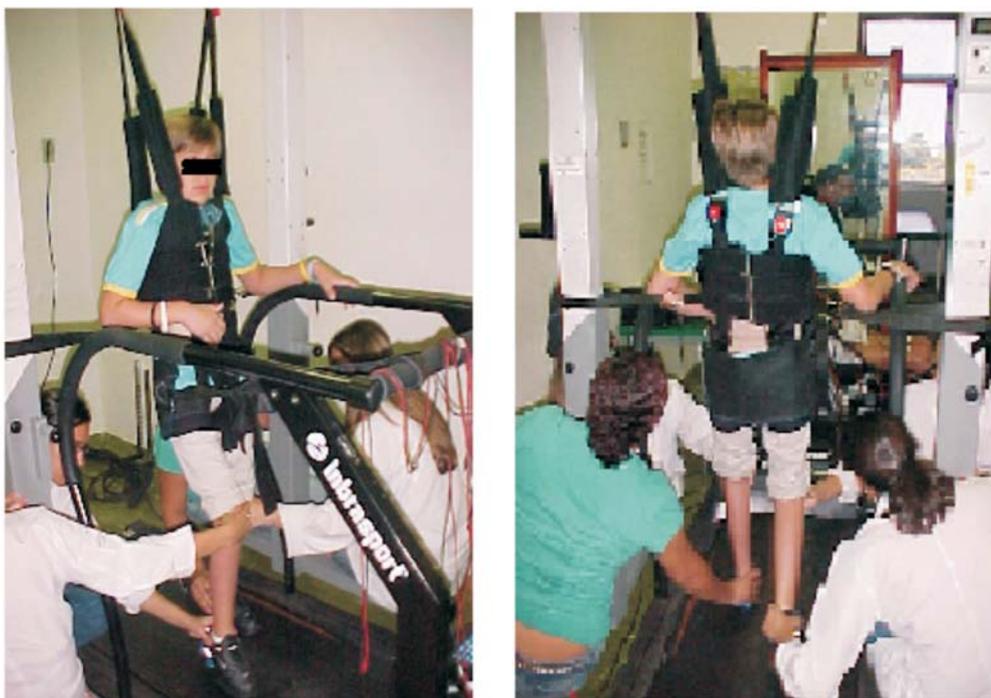


FIGURA 2 - Paciente realizando marcha por meio da suspensão dinâmica e esteira ergométrica

Liusuwan et al. (23) realizaram um estudo em pacientes infantis com LM e constataram que houve grande redução na massa magra e aumento da massa corpórea gorda, o que pode acarretar inúmeras complicações, como: obesidade, diabetes do tipo II, hipertensão e problemas coronários. Assim, devemos incentivar as crianças com LM a realizarem dieta alimentar e atividades físicas. A EENM beneficia estes pacientes, pois aumenta o gasto energético e aumenta o condicionamento físico, por hipertrofiar o músculo esquelético estimulado, aumentar a densidade capilar, aumentar o retorno venoso e a força de contração do miocárdio e, conseqüentemente, aumentar o consumo de oxigênio (19, 24). A descarga de peso associada à contração muscular gerada pela EENM também pode gerar efeito positivo sobre a massa óssea (19, 22, 24). Entretanto, estes benefícios estão diretamente relacionados com a quantidade de sessões realizadas (19, 25).

Pacientes bem preparados fisicamente e sem complicações secundárias apresentarão melhor qualidade de vida (10).

DISCUSSÃO

O traumatismo raqui-medular ocorrido em crianças tem uma proporção pequena comparado aos traumas ocorridos nos adultos.

Segundo Cirak et al. (26), os TRMIs são responsáveis por apenas 1% a 10% de todas as lesões reportadas. Lembrando que Diament et al. (8) relatam que muitas crianças que sofrem o TRM ao nascimento, muitas vezes não sobrevivem, indo a óbito após o nascimento, ou até mesmo já nascem mortas, chegando à conclusão de que o tronco cerebral pode ter sido atingido.

O nível da lesão, incidência, mecanismo e os comprometimentos neurológicos variam de acordo com a idade da criança. Zidek e Srinivasan (3) apontam que a incidência da LM entre o sexo masculino e feminino vai depender da idade, mostrando que, com o aumento da idade, há aumento no comportamento de risco, apontando que lesões medulares ocorridas em meninos possuem geralmente traumas e seqüelas mais graves que em meninas.

Vogel et al. (6) relatam que a lesão medular é um evento desgastante e, particularmente trágico quando afetam crianças e adolescentes em fase de desenvolvimento. Entretanto a fisioterapia tem um papel muito importante na reabilitação destes pacientes, a fim de que a criança evolua para uma vida satisfatória, tendo sempre como objetivo o retorno e a participação ativa das atividades da vida diária.

A LM quando ocorre na infância e a criança recebe o suporte necessário e apropriado para a sua idade e fase, esta consegue chegar à vida adulta com um alto índice de independência comparada com os grupos de LM que sofreram o trauma já na fase adulta, os quais apresentam um índice de independência inferior e de baixa satisfação (3).

Os estudos de Zidek e Srinivasan (3) e Ratliffe (1) mostraram que exercícios que incluem mobilização articular, alongamentos globais, enfatizando as articulações abaixo do nível de lesão e a coluna vertebral e mudanças de posições durante o decorrer do dia são eficazes para diminuir o risco de deformidades articulares e encurtamentos musculares, sendo que a preservação da integridade articular é de suma importância para possibilitar o treino de marcha e a manutenção da posição ortostática destes pacientes.

O treino de marcha com EENM ajuda na melhora do condicionamento cardiorrespiratório destes indivíduos, o que contribui para a diminuição do risco de doenças cardiovasculares com o avanço da idade (19). Outras modalidades de exercício utilizando a EENM também podem ser realizadas, como o ciclo ergômetro de membros inferiores e o ciclo ergômetro de braço (25).

CONCLUSÃO

A paralisia ocorrida pelo TRM interfere negativamente nos processos envolvidos no crescimento e desenvolvimento da criança. Desta forma, o fisioterapeuta deve conscientizar-se dos

problemas ocorridos após a LM infantil e suas peculiaridades para minimizar os processos secundários gerados pela lesão, melhorando a qualidade de vida a curto e a longo prazos.

Os estudos mostraram que as diversas técnicas fisioterapêuticas realizadas em crianças com LM são eficazes na prevenção de encurtamentos e deformidades, na diminuição da espasticidade, na melhora do condicionamento cardiorrespiratório, na prevenção de úlceras de decúbito e no aumento da independência. Além disso, o treinamento de marcha, a longo prazo, pode interferir de forma positiva na recuperação de movimentos. Todos estes aspectos agindo concomitantemente resultam em benefícios no desenvolvimento, reduzem os problemas secundários que podem ocorrer após o TRM e possibilitam que a criança atinja a fase adulta de forma mais satisfatória.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro fornecido pelo FAPESP (# 1996/ 12198-2).

REFERÊNCIAS

1. Ratliffe KT. Distúrbios Traumáticos. In: Ratliffe KT. Fisioterapia clínica pediátrica. São Paulo: Santos; 2000. p. 275-312.
2. D'Amato C. Pediatric Spinal Trauma: injuries in very young children. Clin Orthop Relat Res. 2005; 432:34-40.
3. Zidek K, Srinivasan R. Rehabilitation of child with a spinal cord injury. Seminars in Pediatric Neurology. 2003; 10:140-50.
4. Vogel LC, Pontari M, Pediatric spinal cord injury issues: medical issues. Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation. 1997; 3:20-30.
5. Spoltore TA, O'Brien AM. Rehabilitation of the spinal cord injured patient. Orthop Nurs. 1995; 14:7-14.
6. Vogel LC, Hickey KJ, Klaas SJ, Anderson CJ. Unique issues in pediatric spinal cord injury. Orthop Nurs. 2004; 23(5):300-8.
7. Win HR. Neurological surgery. In: Pang D, Sun PP, editor. Pediatric vertebral column and spinal cord injuries. Philadelphia; 2003. p. 163-249.
8. Diamant A. Neurologia infantil. In: Cypel S, editor. Neurologia infantil: traumatismo raquiomedulares e do sistema nervoso periférico. São Paulo: Atheneu; 1998. p. 756-760.
9. Morrissy RT, Weinstein SL. Pediatric orthopaedics: spinal cord injury without radiographic abnormality. Philadelphia: Williams&Wilkins; 2000.
10. Greve JMDA, Casalis MEP, Filho TEPB. Diagnóstico e tratamento da lesão da medula espinhal. São Paulo: Roca; 2001.
11. Stokes M. Neurologia para fisioterapeutas. In: Rowley S, Forede H, Glickman S, Middleton FRI, editor. Lesão de medula espinhal. São Paulo: Premier; 2000. p. 117-133.
12. Mehta S, Betz RR, Mulcahey MJ, McDonald C, Vogel LC, Anderson C. Effect of bracing on paralytic scoliosis secondary to spinal cord injury. J Spinal Cord Med. 2004; 27:88-92.
13. Dearolf WW, Betz RR, Vogel LC, Kevin J, Clancy M, Stell HH. Scoliosis in Pediatric spinal cord-injured. J Pediatr Orthop. 1990; 10:214-18.

14. McCarthy JJ, Chafetz RS, Betz RR, Gaughan J. Incidence and degree of hip subluxation/dislocation in children with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2004; 27 Suppl 1:80-83.
15. Vogel LC, Gogia RS, Lubicky JP. Hip abnormalities in children with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 1995; 18:172.
16. Vogel LC, Krajci KA, Anderson CJ. Adults with pediatric-onset spinal cord injury: musculoskeletal and neurological complications. *J Spinal Cord Med.* 2002; 25(2 Pt 2):117-123.
17. McGinnis KB, Vogel LC, McDonald CM, Porth S, Hickey KJ, Davis M, et al. Recognition and management of autonomic dysreflexia in pediatric spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2004; 27 Suppl 1:61-74.
18. Sepulveda F, Granat MH, Cliquet Jr A. A gait restoration in a spinal cord injured subject via neuromuscular electrical stimulation controlled by an artificial neural network. *The International Journal of Artificial Organs*, wichtig Editore, Milano-Birmingham-Osaka. 1998; 21:49-62.
19. Carvalho DCL, Martins CL, Cardoso SD, Cliquet Jr A. Improvement of metabolic and cardiorespiratory responses through treadmill gait training with neuromuscular electrical stimulation in quadriplegic subjects. *Artif Organs.* 2006; 30:56-63.
20. Harris GF, Smith PA. *Human motion analysis: current applications and future direction.* New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers; 1996.
21. Field-Fote EC. Combined use of body weight support, functional electric with chronic incomplete spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82:218-824.
22. Carvalho DCL, Zanchetta MC, Sereni JM, Cliquet Jr A. Metabolic and cardiorespiratory responses of tetraplegic subjects during treadmill walking using neuromuscular electrical stimulation and partial body weight support. *Spinal Cord.* 2005; 43:400-405.
23. Liusuwan A, Widman L, Abresch RT, McDonaals CM. Altered body composition affects resting energy expenditure and interpretation of body mass index in children with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2004; 27 Suppl 1:24-28.
24. Ragnarsson KT. Physiologic effects of functional electrical stimulation induced exercise in spinal cord injured individual. *Clin Orthop Related Res.* 1988; 233:53-63.
25. Mohr T, Andersen JL, Biering-SØ, Rensen F, Galbo H, Bangsbo J, et al. Long-term adaptations to electrically induced cycle training in severe spinal cord injured individuals. *Spinal Cord.* 1997; 35:1-16.
26. Cirak B, Ziegfeld S, Knight MV, Chang D, Avelino MA, Paidas NC. Spinal Injuries in Children. *J Pediatr Surg.* 2004; 39:607-612.

Recebido em: 20/06/2006

Received in: 06/20/2006

Aprovado em: 10/09/2006

Approved in: 09/10/2006