

# Avaliação da função motora grossa pela GMFM pré e pós cirurgia ortopédica de membros inferiores em pacientes com paralisia cerebral

## *Evaluating gross motor function of cerebral palsy patients using the GMFM pre and post lower extremity orthopedic surgery*

Caio Ribeiro Azevedo Gomes<sup>1</sup>, Isolda Ferreira de Araújo<sup>2</sup>, Simone Carazzato Maciel<sup>3</sup>

### RESUMO

Em pacientes com paralisia cerebral (PC) deambuladores, a cirurgia ortopédica é bastante utilizada para melhora do padrão de marcha. Conforme aumenta o acometimento motor, os objetivos podem mudar, contudo, uma melhora na mobilidade é importante e pode ser conseguida através de procedimentos cirúrgicos. A *Gross Motor Function Measure* (GMFM) é uma escala quantitativa da função motora grossa, utilizada para diversos fins, como controle da evolução terapêutica, progressos na reabilitação e, em nosso serviço, avaliação de cirurgias ortopédicas. **Objetivo:** A avaliação padronizada e sistematizada dessas cirurgias, comparando a GMFM pré e pós procedimento. **Método:** Incluímos no estudo aqueles pacientes que apresentam uma maior limitação da mobilidade e com potencial para melhorar sua movimentação (níveis III e IV da *Gross Motor Function Classification System*), operados entre janeiro de 2010 e dezembro de 2012 obtendo 36 pacientes. **Resultados:** Notamos que não houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos da GMFM, a não ser, no domínio C (engatinhar e ajoelhar), no qual notamos uma queda da pontuação. A idade dos pacientes, o tempo de aferição entre as medidas, a natureza da cirurgia e, principalmente, o método de avaliação, que em nosso caso, foi a GMFM, foram citados na literatura como dificuldades em se quantificar objetivamente o resultado obtido pelas cirurgias ortopédicas de membros inferiores em pacientes com PC. **Conclusão:** Uma avaliação de um número maior de pacientes, talvez com um instrumento diferente do utilizado em nosso trabalho, se faz necessária para uma melhor percepção do real efeito da cirurgia ortopédica de membros inferiores em pacientes com PC.

**Palavras-chave:** Paralisia Cerebral, Extremidade Inferior, Avaliação, Escalas

### ABSTRACT

Orthopedic surgery is often used to improve the gait of ambulatory patients with cerebral palsy. The objectives may change, given the motor severity, however, an improve in the patient's mobility can be achieved through surgical procedures of the lower extremity. The Gross Motor Function Measure (GMFM) is a measure of gross motor function, used to evaluate therapeutic choices, rehabilitation progress and in our institution, to evaluate, orthopedic surgeries. **Objective:** The main goal of this study was to evaluate orthopedic surgeries performed in children with cerebral palsy, through comparison of the GMFM's score pre and post procedure. **Method:** We included in this study, patients with great limitation in mobility function but potential to improve (Levels III and IV of the Gross Motor Function Classification System), that underwent surgical procedures between January 2010 and December 2012, achieving a total of 36 subjects. **Results:** There was no statistically significant change between the measures, except for the C domain (crawling and kneeling), that presented a lower post-surgical procedure score. Age, time of follow up, the surgery's characteristic, and, most of all, the instrument used, which in our case was the GMFM, were pointed as possible difficulties in measuring objectively the results of lower extremity surgery in children with cerebral palsy. **Conclusion:** A larger sample of subjects evaluated through a more appropriate instrument is still necessary to acknowledge the real effects of orthopedic surgery of lower extremity in patients with cerebral palsy.

**Keywords:** Cerebral Palsy, Lower Extremity, Evaluation, Scales

<sup>1</sup> Médico Residente em Medicina Física e Reabilitação, Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP.

<sup>2</sup> Médica Fisiatra, Associação de Assistência à Criança Deficiente - AACD.

<sup>3</sup> Médica Fisiatra, Chefe da Clínica de Paralisia Cerebral, Associação de Assistência à Criança Deficiente - AACD.

Endereço para correspondência:  
Associação de Assistência à Criança Deficiente - AACD  
Simone Carazzato Maciel  
Av. Professor Ascendino Reis, 724  
São Paulo - SP  
CEP 04027-000  
E-mail: caioragomes@gmail.com

Recebido em 06 de Fevereiro de 2014.

Aceito em 11 Março de 2014.

DOI: 10.5935/0104-7795.20140004

## INTRODUÇÃO

O conceito de paralisia cerebral (PC) engloba um grupo de distúrbios do desenvolvimento, movimento e postura, causando limitações na execução de tarefas, que são atribuídas a distúrbios não progressivos ocorridos durante o desenvolvimento do cérebro, em fetos ou crianças. As distúrbios motoras são comumente acompanhadas de convulsões, distúrbios de comportamento, cognição, comunicação, visão e audição.<sup>1,2</sup> A PC é uma distúrbio motora estática, não devendo haver assim, evidência de doença progressiva ou perda de aquisições motoras já previamente adquiridas.<sup>3</sup>

Apesar do esforço dos profissionais ligados à reabilitação, ainda há muitos aspectos da evolução clínica dos pacientes com PC que permanecem obscuros. Contudo, classificações baseadas na avaliação clínica como a *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) e a *Gross Motor Function Measure* (GMFM) foram desenvolvidas para auxiliar na definição do prognóstico e quantificar a função motora de crianças com PC.<sup>4</sup>

A GMFCS avalia o movimento iniciado pelo paciente e sua necessidade de tecnologia assistiva, avaliando, assim, a qualidade de seu desempenho. É dividida em cinco níveis funcionais que se diferenciam pelas limitações, como o controle de tronco e a marcha, necessidades de adaptações e meios auxiliares para movimentação. O nível III inclui as crianças que andam com assistência de meios auxiliares e com limitações para marcha comunitária, enquanto, o nível IV inclui crianças com mobilidade limitada, com necessidade do uso de cadeira de rodas para locomoção fora de casa e na comunidade.<sup>1,5</sup>

A GMFM é um instrumento de avaliação quantitativo desenvolvido para avaliar alterações na função motora grossa de crianças com PC e é inicialmente formado por 88 itens, divididos em cinco dimensões: deitar e rolar; sentar; engatinhar e ajoelhar; em pé; andar, correr e pular.<sup>1,6</sup>

Uma atualização da GMFM com 66 itens também é bastante utilizada e validada para avaliação de crianças com PC. Trata-se de escala de avaliação numérica, na qual, uma maior pontuação implica em melhor função motora grossa. Além de medir mudanças longitudinais, a GMFM também auxilia na definição de objetivos terapêuticos e proporciona informações sobre os progressos na reabilitação.<sup>1</sup>

Nos pacientes com PC que são deambuladores, a cirurgia ortopédica é bastante utilizada e é considerada o padrão ouro para

melhora da marcha. Contudo, a efetividade de cirurgias para melhorar e manter a mobilidade de pacientes com níveis funcionais piores ainda não é bem estabelecida. Pacientes classificados como GMFCS IV tem mobilidade bastante limitada, porém, podem conseguir transferências e andar pequenas distâncias com apoio externo.<sup>7</sup>

O objetivo mais comum das cirurgias em pacientes com níveis motores mais graves é o tratamento e prevenção do quadril espástico e da escoliose.<sup>7</sup> Porém, pacientes com PC podem ser submetidos a outras cirurgias visando melhorar o alinhamento, eliminar contraturas e diminuir os efeitos da espasticidade auxiliando assim na mobilidade e deambulação.<sup>8</sup> Cirurgias estas, que podem ser extensas e com riscos de complicações.

A avaliação da efetividade das cirurgias em obter melhoras funcionais (ainda que pequenas) nesta população em que a mobilidade é limitada (GMFCS III e IV), segue sendo um desafio, motivando assim esse trabalho.

## OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar de maneira sistematizada e padronizada o resultado de cirurgias ortopédicas realizadas em pacientes com PC e níveis III e IV pela GMFCS, utilizando um dos instrumentos empregados em nossa instituição, a escala GMFM antes e após o procedimento.

Há ainda o interesse de verificar o perfil dos pacientes submetidos a essas cirurgias incluindo aí dados como tipo de procedimento realizado, idade, sexo e distribuição entre os níveis. Finalmente, temos o objetivo de quantificar objetivamente o resultado dos referidos procedimentos, auxiliando na tomada de decisão por parte da equipe médica responsável em casos futuros.

## MÉTODO

Trata-se de um estudo retrospectivo de avaliação de prontuários. Realizamos um levantamento dos pacientes submetidos a cirurgias ortopédicas no ambulatório de PC, no período compreendido entre janeiro de 2010 e dezembro de 2012.

Foram incluídos no estudo os pacientes do referido ambulatório que apresentavam níveis III e IV de acordo com a GMFCS e que possuíam a avaliação de GMFM pré e pós operatória. Foram excluídos aqueles de qualquer outro nível pelo GMFCS e/ou que não

possuíam a escala GMFM tanto antes quanto depois do procedimento. Foram analisados, 953 prontuários de pacientes submetidos a cirurgias ortopédicas no período entre janeiro de 2010 e dezembro de 2012. Destes pacientes, 192 são do nível III e 29 possuem GMFM antes e após o procedimento e, 203 correspondem a pacientes nível IV dentro os quais, sete possuem GMFM antes e depois de suas cirurgias. Sendo assim, obtivemos um total de 36 pacientes. Nos pacientes que não possuíam todos os domínios da GMFM pré e pós cirurgia, foram comparados apenas os domínios nos quais havia tal correspondência, sendo desconsiderados os outros escores não pareados, não afetando assim a média total e tampouco as dos demais domínios.

Os testes estatísticos utilizados consideraram as variáveis como paramétricas por se tratarem de dados quantitativos e contínuos, empregando assim, o teste *t-Student* pareado e adotamos para todos os dados o  $p < 0,05$  para valores estatisticamente significantes.

## RESULTADOS

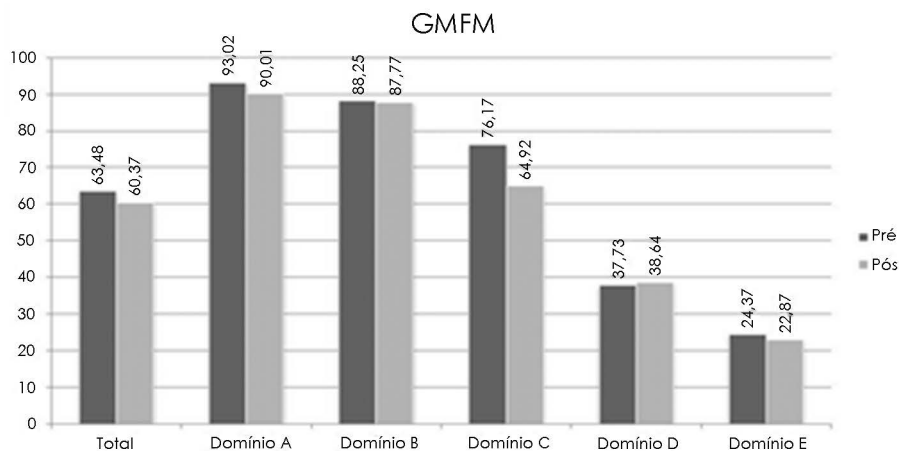
A média da idade dos pacientes na data da cirurgia foi de  $12,1 \pm 1,3$  anos (min = 5, max = 22), a distribuição de sexos foi de 27,8% do sexo feminino (10 pacientes) e 72,2% do sexo masculino (26 pacientes); quanto a GMFCS obtivemos 80,6% pertencentes ao nível III (29 pacientes) e 19,4% pertencentes ao nível IV (sete pacientes). A caracterização da patologia dos pacientes foi de diparesia espástica para 34 pacientes, coreoatetóide com componente espástico para um paciente e ainda, tetraparesia para um paciente. O número médio de cirurgias a que esses pacientes foram submetidos até a data desta análise foi de 2,2 (min = 1, max = 6), sendo que o tipo de cirurgia variou desde liberação tendínea até cirurgias mais complexas envolvendo componentes ósseos (osteotomias).

Na comparação do GMFM pré e pós cirurgia ortopédica encontramos um tempo médio entre as aferições de 2,88 anos (min = 0,34, max = 12,08). Por sua vez, o tempo médio entre a aferição pré cirurgia e o procedimento foi de 1,98 anos, enquanto, o tempo médio entre a cirurgia e a aferição pós foi de menos de um ano (0,89) (Tabela 1).

Não houve diferença estatística significativa entre os momentos GMFM total pré e pós cirúrgicos ( $p = 0,212$ ) (Figura 1). Já na análise dos domínios da GMFM individualmente encontramos os seguintes resultados: Domínio A (deitar e rolar) - sem relevância estatística

Tabela 1. Descritiva completa para idade, cirurgias e tempos

Descritiva	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Q1	Q3	Min	Max	N	IC
Idade	12,1	12	4,1	34%	5	14,3	5	22	36	1,3
Cirurgias	2,2	2	1,1	52%	1	3	1	6	36	0,4
Tempo Pré/Pós (anos)	2,88	1,55	2,78	97%	0,34	3,19	0,34	12,08	36	0,91
Tempo Pré/Cx (anos)	1,98	0,62	2,79	140%	0,0	2,54	0,0	11,5	36	0,91
Tempo Cx/Pós (anos)	0,89	0,88	0,42	47%	0,08	1,17	0,08	2,0	36	0,14



Domínio A: Deitar e rolar; Domínio B: Sentar; Domínio C: Engatinhar e ajoelhar; Domínio D: Em pé; Domínio E: Andar, correr e pular

Figura 1. Comparação dos momentos pré e pós dos domínios da GMFM

entre os momentos ( $p = 0,125$ ); Domínio B (sentar) - sem relevância estatística entre os momentos ( $p = 0,854$ ); Domínio C (engatinhar e ajoelhar) - diferença estatisticamente significativa com queda da média após a cirurgia (pré = 76,17, pós = 64,92;  $p = 0,009$ ); Domínio D (em pé) - sem relevância estatística entre os momentos ( $p = 0,819$ ); Domínio E (andar, correr e pular) - sem relevância estatística entre os momentos ( $p = 0,621$ ) (Tabela 2).

## DISCUSSÃO

Apesar de muito utilizada e com bons resultados observados na prática clínica diária, a cirurgia ortopédica na paralisia cerebral, encontra dificuldade de avaliação científica, através de estudos bem desenhados, de sua efetividade e de seus efeitos a longo prazo. Alguns procedimentos cirúrgicos como os alongamentos e transferências musculares ou ainda, as osteotomias derrotativas são rotineiramente realizados em pacientes deambuladores com PC,<sup>8</sup> contudo, o custo - benefício

dessas cirurgias, principalmente em pacientes com maior comprometimento motor tem sido questionado na literatura.<sup>7</sup>

Em uma revisão sistemática recente,<sup>9</sup> os autores apontam que apesar de uma tendência a resultados favoráveis na marcha, as cirurgias ortopédicas (em particular, os múltiplos procedimentos realizados em tempo cirúrgico único) ainda necessitavam de evidência, principalmente de ensaios clínicos randomizados, já existente em outras intervenções.

Uma das maiores dificuldades quando se avalia o impacto das cirurgias ortopédicas (ou até de outras intervenções) é a pouca informação disponível sobre a história natural da capacidade de deambulação nos portadores de paralisia cerebral. Observa-se que ocorre um declínio na qualidade da marcha com a entrada na adolescência, e mais importante, que variações proporcionadas por intervenções podem ser mascaradas pela evolução das alterações características dessa patologia.<sup>10</sup> Tal fato, explicaria a necessidade de mais de um tempo de cirurgias ortopédicas, já relatada em literatura<sup>11</sup> e confirmada em nosso trabalho. E

mais, como tivemos um período de tempo entre as aferições, relativamente extenso (2,88 anos), os resultados provenientes da intervenção avaliada podem ter sido mesclados com as alterações recorrentes da PC. É importante salientar ainda que a idade dos pacientes avaliados (média de 12 anos), pode ter confundido os resultados, já que o período de tempo entre as medidas pode ter englobado para alguns deles o declínio esperado com o envelhecimento.

A maneira de avaliação (GMFM) também se mostra bastante controversa na literatura mundial. Apesar de muito conhecida e validada, seu uso na aferição de resultados de cirurgias ortopédicas tem se mostrado pouco promissor. Por se tratar de um teste extenso que contempla muitas áreas da função motora grossa, uma mudança pontual em alguns itens como a proporcionada por essas cirurgias talvez não seja capaz de gerar uma alteração palpável em seu resultado final. É possível, que apesar de aumentar a pontuação em determinados domínios, as cirurgias ortopédicas diminuam a pontuação em outros (por exemplo, cirurgias extensoras de joelho, apesar de muito úteis na melhora da marcha dos pacientes com PC, dificultam o ato de agachar e ajoelhar, levando a perda de pontos nesse domínio), deixando a pontuação final semelhante a inicial, como observado em nosso trabalho.

É necessário frisar, que os pacientes que tiveram múltiplas aferições da GMFM em nosso serviço, podem se tratar daqueles casos em que permaneciam dúvidas sobre a função motora grossa, sendo assim, casos potencialmente mais complexos sob o ponto de vista funcional, o que pode ter contribuído com a pouca evolução de sua pontuação.

Alguns estudos alegam ainda que a GMFM talvez não seja tão sensível às mudanças proporcionadas pelas cirurgias ortopédicas, quanto outras medidas disponíveis, argumentando que as mudanças vistas nos parâmetros da marcha parecem ser substancialmente maiores aquelas demonstradas na evolução da GMFM, sugerindo, assim, que o tipo de habilidade alterada é possivelmente mais complexa do que as representadas nesse teste.<sup>12</sup> É importante lembrar que a GMFM é medida sempre em condições ideais, ao invés, do desempenho no dia-a-dia, o que pode gerar outro fator de confusão.<sup>13</sup>

Essa tendência da GMFM em não refletir muitas vezes a melhora notada na avaliação clínica e em outros meios de avaliação já havia sido notada em diferentes estudos, sendo, inclusive, referida nos resultados da revisão

Tabela 2. Compara momentos para domínios da GMFM

GMFM		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	p - valor
Total	Pré	63,48	65,40	17,14	27%	12,24	93,39	33	5,85	0,212
	Pós	60,37	61,92	16,80	28%	21,90	92,06	33	5,73	
Domínio A	Pré	93,02	94,12	10,70	11%	41,18	100	33	3,65	0,125
	Pós	90,01	94,12	11,46	13%	49,00	100	33	3,91	
Domínio B	Pré	88,25	95,00	19,36	22%	20,00	100	33	6,61	0,854
	Pós	87,77	93,33	15,93	18%	46,67	100	33	5,43	
Domínio C	Pré	76,17	85,71	29,65	39%	0	100	33	10,12	0,009
	Pós	64,92	69,05	28,80	44%	0	100	33	9,83	
Domínio D	Pré	37,73	37,18	24,11	64%	0	79,49	36	7,88	0,819
	Pós	38,64	35,90	24,43	63%	0	87,17	36	7,98	
Domínio E	Pré	24,37	19,44	20,80	85%	0	93,06	36	6,79	0,621
	Pós	22,87	19,44	20,53	90%	0	84,72	36	6,71	

sistemática conduzida por McGinley et al.<sup>9</sup> que caracterizou as alterações da GMFM como sendo pequenas, variáveis e inconclusivas. Em outro estudo, houve uma queda da GMFM após seis meses de cirurgia, com consequente retorno ao valor pré operatório após um ano.<sup>14</sup>

Por sua vez, o ensaio clínico randomizado realizado por Thomason et al.<sup>15</sup> mostrou uma melhora do grupo que passou por intervenção cirúrgica tanto na GMFM como em outros parâmetros quando comparado ao grupo controle. Contudo, pelo próprio desenho do estudo, os resultados da GMFM foram comparados com pacientes do grupo controle ao invés de seu resultado prévio, mantendo assim, a dúvida quanto ao uso da GMFM na avaliação de cirurgias ortopédicas.

Podemos mencionar também, a questão do tempo de *follow-up* transcorrido entre as avaliações com a GMFM, que em nosso estudo teve como média 2,88 anos. Em um trabalho que visava avaliar as mudanças em pacientes com PC após cinco anos da cirurgia ortopédica,<sup>16</sup> algo interessante foi observado. A melhora foi considerada como significativa entre o primeiro e segundo ano após o procedimento, nos levando a crer que o tempo mais indicado para a reaplicação da GMFM seja nesse período.

Em resumo, o médico precisa de critérios objetivos para avaliar os problemas de locomoção dos pacientes com PC, para poder assim tomar uma decisão adequada tanto em relação a cirurgias ortopédicas quanto a outras intervenções como órteses, medicamentos e tratamento fisioterápico. Podemos citar como exemplo deste tipo de avaliação, a análise tridimensional da marcha (laboratório de marcha) que muitas vezes esclarece a dificuldade de locomoção e elucida ainda

as deformidades que interferem em seu padrão.<sup>17</sup> Outras medidas que mostram a evolução e confirmam a melhora da marcha após procedimentos cirúrgicos incluem o *Gilete Gait Index* (GGI),<sup>10,15,16,18</sup> o *Functional Mobility Scale* (FMS),<sup>9,15,16</sup> o *Gait Profile Score* (GPS)<sup>15,16</sup> e o *Gillete Functional Assessment Questionnaire* (FAQ).<sup>9</sup>

O GGI e o GPS são medidas realizadas após a análise tridimensional da marcha, que apesar de confiável, não se encontra disponível em todos os lugares e representa um custo adicional considerável fazendo com que, talvez não sejam as ideais para serem padronizadas na avaliação de todos os pacientes, podendo ser reservadas àqueles casos mais complexos com o objetivo de facilitar a decisão da equipe cirúrgica.

O FAQ é uma escala funcional que avalia a marcha através de um questionário respondido pelos pais. O FMS, por sua vez, foi desenvolvido para mensurar a mobilidade funcional de pacientes com PC em três diferentes ambientes (casa, escola e longas distâncias), levando em conta a utilização de auxiliares de marcha, fornecendo assim mais informações sobre o paciente. Tem como vantagem ainda, o fato de medir o que o paciente de fato faz e não o que poderia fazer,<sup>13</sup> ainda que, também não avalie a qualidade da marcha, o que seria interessante para o planejamento cirúrgico desses pacientes.

## CONCLUSÃO

Em nosso trabalho, não houve diferença estatisticamente significativa entre a GMFM pré e pós cirurgia ortopédica, fato este, que foi observado em outros trabalhos que utilizaram esta escala como meio de avaliação. A queda observada no

domínio C da GMFM (engatinhar e ajoelhar) pode ser explicada pela natureza e objetivo de algumas das cirurgias realizadas (extensão de joelhos). Apesar de ser um tratamento bastante utilizado e com resultados favoráveis observados na prática clínica diária, a avaliação objetiva das cirurgias ortopédicas ainda é um desafio. O número de variáveis envolvidas, o método de avaliação e o tempo de *follow-up* são fatores importantes e que dificultam ainda mais a obtenção de dados sólidos a esse respeito.

Outros estudos com um número maior de pacientes, métodos de avaliação mais adequados e tempo de *follow-up* sugerido pela literatura de um ano, se fazem necessários para percepção objetiva dos resultados de cirurgias ortopédicas em membros inferiores em pacientes com PC e mobilidade limitada.

## REFERÊNCIAS

1. Chamlian TR. Medicina física e reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
2. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol*. 2005;47(8):571-6.
3. Fernandes AC, Ramos ACR, Casalis MEP, Hebert SK. Medicina e reabilitação: princípios e prática. São Paulo: Artes Médicas; 2007.
4. McLellan A, Cipparone C, Giancola D, Armstrong D, Bartlett D. Medical and surgical procedures experienced by young children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2012;24(3):268-77. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/PEP.0b013e31825be2f6>
5. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(4):214-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>
6. Palisano RJ, Hanna SE, Rosenbaum PL, Russell DJ, Walter SD, Wood EP, et al. Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Phys Ther*. 2000;80(10):974-85.
7. Blumetti FC1, Wu JC, Bau KV, Martin B, Hobson SA, Axt MW, et al. Orthopedic surgery and mobility goals for children with cerebral palsy GMFCS level IV: what are we setting out to achieve? *J Child Orthop*. 2012;6(6):485-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11832-012-0454-7>
8. Westwell M, Ounpuu S, DeLuca P. Effects of orthopedic intervention in adolescents and young adults with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2009;30(2):201-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.04.012>
9. McGinley JL, Dobson F, Ganeshalingam R, Shore BJ, Rutz E, Graham HK. Single-event multilevel surgery for children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2012;54(2):117-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04143.x>
10. Gannotti ME, Gorton GE 3rd, Nahorniak MT, Masso PD. Walking abilities of young adults with cerebral palsy: changes after multilevel surgery and adolescence. *Gait Posture*. 2010;32(1):46-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.03.002>

11. Rutz E, Baker R, Tirosh O, Brunner R. Are results after single-event multilevel surgery in cerebral palsy durable? *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(3):1028-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-012-2766-9>
12. Damiano DL, Gilgannon MD, Abel MF. Responsiveness and uniqueness of the pediatric outcomes data collection instrument compared to the gross motor function measure for measuring orthopaedic and neurosurgical outcomes in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(5):641-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.bpo.0000167079.83835.22>
13. Narayanan UG. Management of children with ambulatory cerebral palsy: an evidence-based review. *J Pediatr Orthop.* 2012;32 Suppl 2:S172-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BPO.0b013e31825eb2a6>
14. Seniorou M, Thompson N, Harrington M, Theologis T. Recovery of muscle strength following multi-level orthopaedic surgery in diplegic cerebral palsy. *Gait Posture.* 2007;26(4):475-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.07.008>
15. Thomason P, Baker R, Dodd K, Taylor N, Selber P, Wolfe R, et al. Single-event multilevel surgery in children with spastic diplegia: a pilot randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(5):451-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.J.00410>
16. Thomason P, Selber P, Graham HK. Single Event Multilevel Surgery in children with bilateral spastic cerebral palsy: a 5 year prospective cohort study. *Gait Posture.* 2013;37(1):23-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.05.022>
17. Patrick JH1, Roberts AP, Cole GF. Therapeutic choices in the locomotor management of the child with cerebral palsy-more luck than judgement? *Arch Dis Child.* 2001;85(4):275-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.85.4.275>
18. Gorton GE 3rd, Abel MF, Oeffinger DJ, Bagley A, Rogers SP, Damiano D, et al. A prospective cohort study of the effects of lower extremity orthopaedic surgery on outcome measures in ambulatory children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(8):903-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181c11c0c>