

Escalada terapêutica: uma possibilidade de intervenção para crianças com paralisia cerebral

Therapeutic climbing: a possibility of intervention for children with cerebral palsy

Huayna Gabriel Barrios Koch¹, Gabriela de Oliveira Peixoto², Rita Helena Duarte Dias Labronici³, Natália Cristina de Oliveira Vargas e Silva⁴, Fabio Marcon Alfieri⁵, Leslie Andrews Portes⁶

RESUMO

A escalada terapêutica, uma adaptação da “Escalada Esportiva”, pode promover melhoria da coordenação motora, do equilíbrio e resistência muscular. **Objetivo:** Avaliar o efeito dessa intervenção na força de preensão manual, controle postural, mobilidade funcional e controle da espasticidade de crianças com paralisia cerebral. **Método:** Estudo do tipo série de casos, descritivo, com 7 pacientes com idade de $9,6 \pm 3,7$ anos, que passaram por sessões de escalada terapêutica, 1 hora/sessão, duas vezes/semana. **Resultados:** Após 19 sessões foi verificado aumento de força na mão direita ($p = 0,022$) e melhoria do equilíbrio estático e da marcha ($p = 0,007$). Observou-se também melhora da mobilidade funcional ($p = 0,014$). O escore na escala Ashworth modificada mostrou controle eficiente da espasticidade, ainda que a diferença não tenha atingido significância estatística. **Conclusão:** A escalada terapêutica melhorou a força de preensão manual, o controle postural e a mobilidade funcional dos pacientes.

Palavras-chave: Criança, Paralisia Cerebral, Modalidades de Fisioterapia

ABSTRACT

Therapeutic climbing, an adaptation of sport climbing, can promote improvements in motor coordination, balance, and muscle endurance. **Objective:** The aim of this study was to evaluate the effects of this intervention on handgrip strength, postural control, functional mobility, and the spasticity control of children with cerebral palsy. **Method:** Case series study with 7 patients with a mean age of 9.6 ± 3.7 years, who took part in 1-hour sessions of therapeutic climbing twice a week. **Results:** After 19 sessions, there was an increase in handgrip strength of the right hand ($p = 0.022$) and improvement in static balance and gait ($p = 0.007$). Functional mobility also improved significantly ($p = 0.014$). The score on the Ashworth modified scale showed an efficient control of spasticity, although the difference has not reached statistical significance. **Conclusion:** Therapeutic climbing improved the handgrip strength, postural control, and functional mobility of patients.

Keywords: Child, Cerebral Palsy, Physical Therapy Modalities

¹ Fisioterapeuta, Policlínica do Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP.

² Fisioterapeuta.

³ Docente Pesquisadora, Faculdade de Medicina do ABC - FMABC, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Universidade Cidade de São Paulo - UNICID.

⁴ Docente, Mestrado Profissional em Promoção da Saúde, Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP.

⁵ Coordenador do Curso de Mestrado em Promoção da Saúde, Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP.

⁶ Docente, Mestrado Profissional em Promoção da Saúde, Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP.

Endereço para correspondência:
Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP
Fabio Marcon Alfieri
Estrada de Itapecerica, 5859
São Paulo - SP
CEP 05858-000
E-mail: fabioalfieri@usp.br

Recebido em 24 de Novembro de 2014.

Aceito em 19 Março de 2015.

DOI: 10.5935/0104-7795.20150008

INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é um grupo de distúrbios permanentes do desenvolvimento motor e da postura, que causa limitações de movimento e que são atribuídos a uma perturbação não progressiva ocorrida no cérebro fetal ou infantil em desenvolvimento.¹ Os distúrbios motores da PC são frequentemente acompanhados por transtornos sensitivos, perceptivos, cognitivos, comportamentais, de comunicação, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários.¹

Nos países desenvolvidos, estima-se que a incidência da PC seja de 1 criança a cada 1.000 nascidos vivos. Entretanto, em países subdesenvolvidos, como o Brasil, estima-se que a incidência seja maior, devido ao cuidado precário dispensado às gestantes e aos recém-nascidos.²

A variedade de descrições clínicas sob a denominação PC é ampla em termos de tipo, gravidade, distribuição corporal da limitação motora primária, das restrições neurológicas e comportamentais associadas, assim como dos déficits funcionais.³

Devido às alterações motoras, alteração da marcha, equilíbrio e do movimento, a reabilitação é necessária e muito importante a fim de que haja melhora do desempenho das atividades de vida diária (AVDs), atividades práticas (AVPs) e superando assim limitações e proporcionando autonomia.^{4,5} Vários são os direcionamentos acerca da reabilitação em crianças com PC, tanto em relação aos membros superior,⁵ quanto dos inferiores.⁴ Diversos recursos como alongamentos, fortalecimentos, aplicação de toxina botulínica, bicicleta estacionária, uso de órteses, terapia de contenção induzida, dentre outros, podem ser usados nesta condição clínica.^{4,5} Um outro provável recurso a ser utilizado é a escala terapêutica.

A escalada terapêutica é uma adaptação dos recursos e movimentos utilizados na Escalada Esportiva. Essa terapia foi utilizada pela primeira vez na década de 1980, nos Estados Unidos, como forma de terapia para viciados em drogas, de forma a explorar o instinto de sobrevivência e contribuir para o gerenciamento do problema. Nos anos 1980 e 1990, a escalada terapêutica foi introduzida na área da reabilitação. Em países como Alemanha, Áustria e Suíça, esta terapia foi empregada com sucesso em crianças, adultos e idosos em reabilitação ortopédica e neurológica.⁶

A escalada terapêutica também já foi utilizada para aumentar a flexibilidade, estabilidade e força de pessoas com esclerose múltipla.⁷

Esta atividade pode aumentar a força dos músculos do tronco e melhorar o equilíbrio muscular.⁸ Uma vantagem deste tipo de terapia reside no fato de ela ser mais interessante que alguns outros tipos de exercício, o que resulta em níveis mais altos de aderência.⁹ Além disso, experiências positivas com a escalada terapêutica podem aumentar a confiança e a autoeficácia, contribuindo para o bem-estar psicológico.⁹

Alguns autores já avaliaram os efeitos da escalada terapêutica no aumento da coordenação motora grossa e redução da espasticidade de pacientes pediátricos após lesão cerebral traumática ou acidente vascular encefálico.¹⁰ Além disso, já se observou aumento do equilíbrio, flexibilidade, qualidade de vida e autoestima em indivíduos com esclerose múltipla.⁶ Em pacientes com dor nas costas, foi descrito aumento da força da musculatura de tronco.¹¹ Entretanto, não há evidências na literatura atual a respeito dos efeitos da escalada terapêutica em pacientes com PC.

OBJETIVO

Avaliar a influência da escalada terapêutica na força de preensão manual, controle postural, mobilidade funcional e controle da espasticidade de crianças com paralisia cerebral.

MÉTODO

Este estudo do tipo série de casos, descritivo, teve como participantes oito pacientes com PC, com idades variando entre 4 e 14 anos, com apresentação clínica de hemiparesia. Os pacientes foram convidados a participar do estudo pelo Departamento de Neurologia de uma Policlínica Universitária, situada na cidade de São Paulo. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP-SP), protocolo número 020/2009.

Foram excluídos da pesquisa os pacientes que apresentavam alterações cognitivas graves e epilepsia. As sessões terapêuticas ocorreram 2 vezes por semana, 1 hora/sessão, por 3 meses consecutivos. Os pacientes foram avaliados de forma cega por um fisioterapeuta, ao início e ao final da intervenção, conforme descrito a seguir.

A avaliação do pico de força de preensão manual foi feita com um dinamômetro (Jamar, Lafayette Instruments, USA). O teste foi executado na posição sentada com o membro a ser

testado em extensão e sem apoio, registrando-se o melhor resultado de três tentativas.¹²

A avaliação do controle postural foi realizada pela bateria de testes de Guralnik,¹³ que consiste em três itens (equilíbrio estático, velocidade de marcha e habilidade de levantar-se de uma cadeira), cada um ranqueado numa escala de 0 a 4 pontos, totalizando 12 pontos possíveis, que significam que quanto maior a pontuação, melhor o desempenho sobre o controle postural do indivíduo. O equilíbrio estático foi avaliado por meio de 3 diferentes posições, da mais simples à mais complexa. Para avaliar a velocidade de marcha, cada paciente foi instruído a caminhar uma distância de 4 metros em um ritmo normal, utilizando-se de quaisquer apoios exigidos normalmente. Para testar a habilidade de levantar-se de uma cadeira, foi pedido ao paciente que se levantasse e se sentasse numa cadeira por cinco vezes consecutivas.

A mobilidade funcional foi avaliada pelo teste "timed up and go" (TUG).¹⁴ Este teste consiste em medir o tempo (em segundos) necessário para que o paciente se levante de uma cadeira (sem a ajuda dos braços), caminhe uma distância de 3 metros, vire-se e retorne.

Para avaliar a espasticidade foi empregada a escala de Ashworth modificada (mAS),¹⁵ que avalia a resistência ao movimento de uma articulação específica, por meio de uma escala que varia de zero a 4 pontos.

Todos os pacientes desse estudo foram submetidos ao programa de escalada terapêutica numa parede de escalada com apoios fixos, que consiste em uma trilha definida na parede de escalada até uma altura que permita um salto seguro da parede ao solo. Ao contrário da escalada em pedra, a escalada com apoios fixos é limitada a uma altura de 3 metros, onde os pés não excedem 2 metros do chão, pelo fato de não serem utilizados equipamentos de segurança.¹⁶ Para a terapia, uma parede de 2,5 metros de altura e 3,8 metros de largura (9,5 m²) foi utilizada, com espaço para 200 apoios. Para o estudo, 77 apoios fixos foram utilizados, todos de tamanho grande para facilitar a preensão, coloridos de forma a oferecer boa percepção visual, e com textura antiderrapante.

Os padrões de segurança para escalada em escolas¹⁶ foram observados e, adicionalmente, durante as sessões, um fisioterapeuta posicionava-se próximo ao paciente, auxiliando-o com os movimentos executados na parede.

As sessões de 1 hora foram desenvolvidas tendo como base o protocolo proposto por

Lazik et al.¹⁷ Os primeiros 10 minutos foram destinados ao aquecimento (exercícios respiratórios e de alongamento geral). A primeira fase de treinamento consistiu de 20 minutos de exercícios de escalada na parede (descritos a seguir), seguida de 10 minutos de relaxamento (atividades recreativas e jogos com o objetivo de reduzir a frequência cardíaca e respiratória e de regular o tônus muscular). Logo após, os pacientes passavam por uma segunda fase de 10 minutos com os mesmos exercícios da primeira fase. A sessão terminava com 10 minutos de relaxamento. Dentro dos limites e capacidades de cada paciente, os exercícios foram feitos horizontalmente, diagonalmente e verticalmente. Nossa intervenção incluiu exercícios estáticos por alguns segundos, exercícios de alcançar os apoios, escalar com flexão máxima de membros superiores e inferiores seguidos pela extensão máxima dos membros, e circuitos desenvolvidos com o uso de fita crepe ou ainda limitando as cores dos apoios a serem utilizados no caminho da escalada.

Para a análise estatística, foi utilizado o programa GraphPad Prism 5.0 (www.graphpad.com) para Windows. Os dados dos pacientes foram comparados por meio do teste de Wilcoxon, com nível de significância definido em 5%.

RESULTADOS

Dos 8 pacientes que iniciaram o estudo, 1 foi excluído da análise por ter faltado a mais de duas sessões de escalada terapêutica. A média de idade dos 7 pacientes que finalizaram o estudo foi de 9.6 ± 3.7 anos. As características antropométricas e de coordenação motora grossa estão apresentadas na Tabela 1. Como descrito na Tabela 1, 3 pacientes exibiram nível I na GMFCS E&R, 3 nível II e 1 nível III.

Após a intervenção terapêutica, os pacientes apresentaram melhoria no pico de força de preensão manual (Tabela 2). A escalada terapêutica levou a um aumento de 22.3% na força da mão direita ($p = 0,022$). Apesar de ter havido um aumento na média de força da mão esquerda ($9,85 \pm 6,36$ kg na avaliação inicial e $10,64 \pm 6,47$ kg na avaliação final), este resultado não apresentou significância estatística ($p = 0,416$).

Em relação ao controle postural que avalia o equilíbrio estático, a marcha e a força muscular, houve um aumento significativo no escore da bateria de Guralnik (Tabela 2). Antes da participação, os pacientes apresentavam

Tabela 1. Características antropométricas das crianças com paralisia cerebral

GMFCS E&R dos pacientes	Topografia	Idade (anos)	Sexo (F/M)	Altura (m)	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)
(II)	Hemiparesia (E)	7	F	1.21	35.0	23,9
(II)	Hemiparesia (D)	14	F	1.45	42.0	20,0
(I)	DIMH	12	M	1.41	31.6	15,9
(II)	Diparesia	13	F	1.55	45.4	18,9
(I)	Diparesia	7	M	1.19	19.0	13,4
(III)	Diparesia	10	M	1.42	34.4	17,1
(I)	Diparesia	4	M	1.08	16.8	14,4
Média ± DP		9.6 ± 3.7	3/4	1.33 ± 0.17	32.0 ± 10.8	17.7 ± 3.6

GMFCS E&R (níveis I-IV): *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS). Sistema de classificação da coordenação motora grossa, expandido e revisado. DIMH: movimentos diparéticos e involuntários das mãos; IMC: índice de massa corporal

Tabela 2. Aspectos funcionais das crianças com paralisia cerebral antes e após a intervenção com escalada terapêutica

	Antes	Após	Diferença %	p
Preensão D (kg)	9.4 ± 6.2	11.5 ± 6.5	22.3	0.022
Preensão E (kg)	9.9 ± 6.4	10.6 ± 6.5	7.1	0.416
Escore Guralnik	6.6 ± 3.2	9.0 ± 3.4	36.4	0.035
TUG(s)	13.05 ± 5.39	9.24 ± 2.58	29.2	0.016
mAS	2.714 ± 0.488	2.286 ± 0.488	-15.5	0.146

Preensão D/E: pico de força de preensão manual direita/esquerda; Kg: quilograma; TUG: timed up & go; s: segundos; mAS: escala de Ashworth modificada

um escore médio de $6,6 \pm 3,2$, e passaram a $9,0 \pm 3,3$ após a intervenção, um aumento de 36,4% ($p = 0,035$). O resultado do TUG (Tabela 2) evidencia que os pacientes melhoraram a mobilidade funcional, reduzindo a média de tempo para a realização do teste de agilidade em 29,2% ($p = 0,016$).

Em relação à espasticidade (Tabela 2), os resultados da mAS mostraram melhoria de 15,5%, porém sem significância estatística ($p = 0,149$).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da escalada terapêutica como recurso terapêutico em crianças com paralisia cerebral e os resultados mostraram que houve melhoria sobre a força de preensão manual, controle postural, mobilidade funcional e controle da espasticidade nestas crianças.

Neste estudo, durante a progressão das sessões, foi observado que houve melhoria adaptativa dos movimentos, melhorando assim a execução dos exercícios na escalada terapêutica. Isto pode ter sido influenciado pelo aumento da força muscular de preensão. O ganho da força é algo muito importante para estes pacientes, pois eles provavelmente passam a executar as atividades da vida diária

(como por exemplo, segurar um copo, abrir uma porta, etc.) com maior firmeza e segurança. Os participantes, na medida em que ganharam força de preensão, tornaram-se mais independentes na parede de escalada e progressivamente tornaram-se capazes de executar exercícios mais complexos.

Outra função importante para estes pacientes que também foi aprimorada com a intervenção foi o controle postural. Esta melhoria observada tanto no resultado do teste TUG quanto da bateria de Guralnik, pode ter ocorrido devido ao fato de a parede da escalada exigir que o corpo se adapte continuamente às mudanças no espaço, que ocorrem durante o exercício. Dessa forma, a escalada terapêutica estimula fortemente a reaprendizagem de movimentos por parte dos pacientes, que quebra o comportamento compensatório que pode desestabilizar o paciente na parede. A criança passa a partir dos estímulos de correção postural durante a permanência sobre os pontos de apoio na escalada, e a ter melhor controle do equilíbrio. Esta melhoria do controle do tronco relacionada ao controle postural pode ter facilitado a melhoria de execução das atividades dos membros superiores, já que o posicionamento do tronco pode influenciar na função destes membros.⁵

A mobilidade, que geralmente está comprometida em indivíduos com paralisia

cerebral¹⁸ é de extrema importância, pois permite aos indivíduos se locomoverem e moverem seu corpo de forma independente a fim de executar as atividades de vida diária.¹⁹ Portanto, a melhoria observada nesta variável foi algo que exerceu impacto positivo na vida destes pacientes.

Oportunidades de reabilitação com atividades motivantes são muito importantes para o desenvolvimento motor de crianças com PC.²⁰ Conseqüentemente, a escalada é uma maneira eficiente de retirar do paciente a ideia de uma terapia convencional, uma vez que diversos exercícios padrão são dificultados pela falta de cooperação do paciente. Um exemplo disto é o provável ganho de força dos membros inferiores adquiridos por meio do treino muscular que não possui efeito adverso no tônus muscular, pelo contrário, é benéfico para a criança.⁴ As atividades que visavam a manutenção das posturas que os exercícios da escala exigiam, além da melhoria do controle postural e mobilidade também proporcionaram uma discreta melhoria da espasticidade.

Em se tratando de espasticidade, nossas expectativas foram supridas com a redução da rigidez nos pacientes. Antes do tratamento, os pacientes exibiam um escore médio de espasticidade mais alto ($2,71 \pm 0,49$), trazendo dificuldades ao movimento passivo. Após a escalada terapêutica, houve redução de 15,5% na espasticidade. Essa redução da espasticidade, embora não significativa, complementou os benefícios aos pacientes, provavelmente devido ao melhor desempenho muscular. Esses exercícios possivelmente aumentaram o número de unidades motoras recrutadas e aperfeiçoaram a geração de força, reduzindo assim a rigidez e preservando a extensibilidade funcional dos músculos.^{21,22} O único estudo mencionando redução da espasticidade em crianças submetidas à escalada terapêutica¹⁰ não oferece dados, impossibilitando comparações diretas com o presente estudo.

Algo a ser reportado, ainda, é que os pacientes aderiram à terapia com escalada de maneira persistente. Eles não apenas frequentaram as sessões terapêuticas assiduamente, mas também demonstraram interesse em cada sessão.

A falta de literatura científica sobre a escalada terapêutica e o pequeno tamanho da nossa amostra limitam os resultados deste estudo a um grupo bastante específico. Até o presente momento, ao menos pelo nosso entendimento,

este estudo foi o único que avaliou crianças com PC submetidas a uma intervenção com escalada terapêutica. No entanto, a despeito do tamanho da amostra, acredita-se que os resultados foram promissores, pois reforçam a relevância deste estudo e incentivam a realização de novos trabalhos que objetivem avaliar os efeitos da escalada terapêutica neste tipo de paciente. Deste modo, acredita-se que estudos randomizados utilizando a terapia convencional e a escalada terapêutica possam proporcionar maiores subsídios para a incorporação deste recurso terapêutico no tratamento com crianças com PC.

CONCLUSÃO

Concluimos que a escalada terapêutica melhorou a força de preensão manual, o controle postural e a mobilidade funcional dos pacientes. Estes resultados mostram que esta modalidade terapêutica pode ser considerada uma intervenção promissora para crianças com PC.

REFERÊNCIAS

- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.
- Pato TR, Pato TR, Souza DR, Leite HP. Epidemiologia da paralisia cerebral. *Acta Fisiatr.* 2002;9(2):71-6.
- Blair E. Epidemiology of the cerebral palsies. *Orthop Clin North Am.* 2010;41(4):441-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oct.2010.06.004>
- Capucho PY, Carnier SADC, Souza P, Castro DC, Finocchio AP, Oliveira DM, et al. Paralisia cerebral - membros inferiores: reabilitação. *Acta Fisiatr* 2012;19(2):114-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-7795.20120018>
- Arakaki VC, Cardoso MCC, Thinen NC, Imamura M, Battistella, LR. Paralisia cerebral- membros superiores: reabilitação. *Acta Fisiatr* 2012; 19(2): 123-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-7795.20120019>
- Kern C, Banik B, Bühlmeier K, et al. Multiple sclerosis and therapeutic climbing: an interventional long term pilot study indicates beneficial effects. In: Hoppeler H, Reilly T, Tzolakidis E, Gfeller L, Klossner S, editors. *Book of Abstracts. ECSS Lausanne 06: 11th annual Congress of the European College of Sports Science; 2006 Jul 5-8; Lausanne, Switzerland.* Available from: *European Database of Sport Science (EDSS).*
- Fleissner H, Sternat D, Seiwald S, Kapp G, Kauder B, Rauter R, et al. Therapeutic climbing improves independence, mobility and balance in geriatric patients. *Euro J Ger.* 2010;12(1):12-6.
- Heitkamp HC, Wörner C, Horstmann T. Sport climbing with adolescents: effect on spine stabilising muscle strength. *Sportverletz Sportschaden.* 2005 ;19(1):28-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2005-857953>
- Buechter RB, Fechtelpeter D. Climbing for preventing and treating health problems: a systematic review of randomized controlled trials. *Ger Med Sci.* 2011;9:1-9.
- Nobile G, Meyer-Heim A, Niederberger P, Hahn S, Padden B, Knecht B. Therapeutic climbing in pediatric rehabilitation: a prospective pilot study with children after traumatic brain injury or stroke. *Swiss Med Wkly.* 2006; 136;(Supp151):22.
- Heitkamp HC, Mayer F, Böhm S. Effects of a climbing course on spine muscles in comparison to isokinetic strength training. *Akt Rheumatol* 1999;24:40-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2008-1043545>
- Bellace JV, Healy D, Besser MP, Byron T, Hohman L. Validity of the Dexter Evaluation System's Jamar dynamometer attachment for assessment of hand grip strength in a normal population. *J Hand Ther.* 2000;13(1):46-51. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0894-1130\(00\)80052-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0894-1130(00)80052-6)
- Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol.* 1994;49(2):M85-94. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/geronj/49.2.M85>
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987;67(2):206-7.
- Winter S, Hinkel M. Sicher nach oben. Klettern in der Schule. Munich: Bundesverband der Unfallkassen (German Social Accident Insurance); 1999.
- Lazik D, Bernstädt W, Kittel R, Luther S. *Therapeutisches Klettern.* Stuttgart: Thieme; 2008.
- Kleiner AFR, Saraiva PM, Batistela RA, Pietrobon RS, Gobbi LTB. Mobilidade funcional em indivíduos com paralisia cerebral espástica de acordo com o tipo e a idade. *Rev Port Cien Esp.* 2008;8(3):406-13.
- Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed 'up & go' test in children. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(8):518-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0012162205001027>
- Butterfield SA, Loovis EM. Influence of age, sex, balance, and sport participation on development of throwing by children in grades K-8. *Percept Mot Skills.* 1993;76(2):459-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.2466/pms.1993.76.2.459>
- Mayo NE, Korner-Bitensky NA, Becker R. Recovery time of independent function post-stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 1991;70(1):5-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00002060-199102000-00003>
- Shepherd RB. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: driving neural reorganization? *Neural Plast.* 2001;8(1-2):121-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/NP.2001.121>