

Positiva effekter av styrketräning vid skador i centrala nervsystemet

BRITTA LINDSTRÖM OCH BARBRO LARSSON

Sammanfattning

Muskelsvaghet är ett av huvudsymtomen vid skador i centrala nervsystemet (CNS) och även vid diskreta funktionsnedsättningar finner man nedsatt muskelstyrka. Det finns evidens för att personer med en skada i CNS har möjlighet att förbättra sin muskelstyrka genom att styrketräna. Studier visar att den procentuella styrkeökningen kan variera avsevärt. Ökningar mellan 14 och 88 procent har redovisats beroende på vilka olika muskelgrupper som tränades. De studier som finns tyder inte på att styrketräning skulle ge upphov till ökad spasticitet. Däremot finns det belägg för att styrkeökning ger funktionella vinster med framför allt en förbättrad förflyttningsförmåga. Vi vet idag inte i vilken mån styrketräning för personer med skador i CNS kan ge upphov till en ökad delaktighet då detta ännu inte har utvärderats. Den sammanfattade forskningen visar att styrketräning har en viktig funktion att fylla vid habilitering och rehabilitering av personer med skador i CNS.

Britta Lindström

medicine doktor, leg sjukgymnast, Institutionen för Samhällsmedicin och Rehabilitering, Sjukgymnastik, Umeå Universitet

Barbro Larsson

medicine doktor, leg sjukgymnast, Barn och ungdomshabiliteringen, Linköping

TIDIGARE SJUKGYMNASTISKA behandlingsmetoder fokuserade på att återställa ett normalt rörelsemönster och ”normalisera tonus” (1). Styrketräning var däremot en behandlingsmetod som sällan eller aldrig användes, då det ansågs att ansträngande övningar kunde öka tonusen och därigenom motverka syftet med behandlingen.

Under 1900-talets senare decennier ändrades dock synen på träning vid skador i CNS radikalt. Idag finns en konsensus kring att träningen bör vara funktionellt inriktad och att för personen meningsfulla aktiviteter bör stå i fokus. Detta synsätt har lett till ett ökat intresse för styrketräning. Vi vet att nedsatt muskelstyrka påverkar aktivitetsförmågan negativt med bland annat nedsatt balans och minskad gånghastighet (2-8).

Studier kring styrketräning vid spastiska tillstånd utgår från diagnos

De studier som fokuserar på effekter av styrketräning för personer med skador i CNS utgår från specifika diagnoser och inte från generella effekter av styrketräning vid spasticitet. Merparten fokuserar på träning av personer med cerebral pares (CP), stroke och multipel skleros (MS) (se tabell 1). Även om motoriken påverkas på liknande sätt vid dessa diagnoser,

med problem i form av koordinationsstörningar, spasticitet och nedsatt muskelstyrka är det ändå viktigt att beakta de olikheter som finns. Det är högst troligt att effekter av träning påverkas av om skadan uppstått i den omogna hjärnan som vid CP, i det redan utvecklade nervsystemet som vid stroke eller på grund av en progressiv sjukdom som vid MS. Trots dessa olikheter har vi här valt att lyfta fram den samlade kunskap som finns när det gäller effekter av styrketräning för personer med skador i CNS.

Muskelsvaghet kan ha en rad orsaker

Muskelsvaghet är ett av huvudsymtomen vid skador i CNS (7, 8). Även vid diskreta funktionsnedsättningar finner man nedsatt muskelstyrka (9, 10). Den nedsatta muskelstyrkan kan ha flera orsaker. Bland annat kan den förklaras av en minskad förmåga att utveckla kraft vid snabba rörelser. Både personer som drabbats av stroke och de som har CP har problem med just detta, och ju snabbare rörelser som krävs desto mer uttalade blir problemen (7, 8, 11-15).

Koordinationen är också nedsatt vid skador i CNS. Det kan då vara svårt att selektivt aktivera och slappna i olika muskelgrupper vid rätt tidpunkt. Studier har visat att det finns en ökad kokontraktion hos personer med skador i CNS. Detta stör inte bara koordinationen, utan hindrar också förmågan att utveckla kraft (8, 13-15). Som en följd av detta blir det då svårare att utveckla kraft vid reciproka rörelser (16). Trots denna bristande motoriska kontroll hos personer med skador i CNS, menar Gowland och medarbetare (17) att träning ska fokuseras på svaga muskler i stället för att reducera icke viljemässig aktivitet.

Det är inte bara själva skadan i CNS som påverkar muskelstyrkan negativt. Skadan ger också upphov till en sekundär påverkan på nerv- och muskelfunktionen med ett minskat antal motoriska enheter, en förändrad muskelfiberstorlek och svårigheter att aktivera typ II-fibrer. Det sker också förändringar i muskelvävnaden vilket kan leda till utveckling av kontrakturer och stelhet i muskulaturen (17-21). Det är viktigt att komma ihåg att oavsett om man har någon sjukdom eller inte så har motorisk inaktivitet en rad negativa konsekvenser. Personer med motoriska funktionshinder är ofta

mindre fysiskt aktiva än befolkningen i övrigt och deras nedsatta muskelstyrka kan delvis förklaras av inaktivitet.

Traditionella principer används för styrketräning av personer med skador i CNS

I dag finns det inga specifika riktlinjer för vad som är en optimal belastning, eller vilken intensitet som är att rekommendera när personer med skador i CNS ska styrketräna. Generellt kan man säga att samma principer som inom friskvården har använts.

Det finns riktlinjer för hur styrketräning av friska barn och ungdomar ska utföras för att vara säker och effektiv (22, 23). Dessa principer har även använts vid styrketräning av barn och ungdomar med CP. De principer som används för att beräkna optimal belastning kommer ursprungligen från det sätt som utformades av DeLorme, så tidigt som 1945 (24). I hans ursprungsartikel beskrivs hur man ska bestämma vad en person maximalt kan lyfta en gång, ”one repeated maximum”, 1 RM. För att få en ökad muskulär styrka anses allmänt att belastningen ska vara minst 60 procent och helst 70 procent av 1RM och antalet repetitioner tiotolv gånger. I de styrketräningsstudier vid skador i CNS som publicerats är det inte alltid tydligt uttryckt hur träningen genomfördes och om den huvudsakliga avsikten med träningen var att åstadkomma en styrkeökning.

Vi har valt att här endast diskutera studier där det tydligt framgick att försökspersonerna bedrivit styrketräning och att den genomförts med en belastning som motsvarande ≥ 60 procent av 1RM. Dessa studier finns presenterade i Tabell 1.

I de studier som refereras här har också den utrustning som använts varit av samma typ som den som traditionellt används vid styrketräning. Personerna har tränat med dragapparater, fria vikter, isokinetisk utrustning och apparater där det är möjligt att arbeta i en så kallad slutna muskelkedja – som till exempel vid benpress.

Val av utvärderingsinstrument

För att kunna avgöra om man blivit starkare och om en eventuell styrkeökning är en bidragande orsak till förändringar på aktivitetsnivå, är ett specifikt mått på styrka nödvändigt. I de aktuella studierna testades muskelstyrkan med



Träning. Kjell Wikström visar en av de övningar han som strokedrabbad utför under sina träningspass.

manuella dynamometrar, med hjälp av isokinetisk utrusning, genom test av 1RM, med tester i slutet muskelkedja eller med fria vikter. Vissa studier värderade tonus i samband med styrketräningen och då användes antingen Ashworthskalan eller ett så kallat pendeltest (25, 26). Somliga studier har även utvärderat vilken effekt styrketräningen har haft på aktivitetsnivå. Främst användes då gångtester, men även andra funktionstester som trappstester, Timed Up and Go (TUG) och balanstester har använts. Det mått på aktivitetsförmåga som oftast använts när personer med CP ingått är Gross Motor Function Measurement (GMFM).

Styrketräning förbättrar muskelstyrkan hos personer med skador i CNS

Det finns ännu få studier som uppfyller de högt ställda krav som finns för säker evidens. Många av de studier som utförts har en design med små grupper, ingen randomisering och i vissa fall ingen kontrollgrupp. Vi har här valt att ändå diskutera de studier som finns tillgängliga när det uttalade syftet varit att träna muskelstyrka.

En rad studier har utvärderat effekter av styrketräning hos barn och ungdomar med cerebral pares. Som framgår av Tabell 1 så är det sammantagna resultatet av dessa studier att träningen ledde till ökad muskelstyrka.

Dodd och medarbetare (27) lät barn med cerebral pares träna styrka i sin hemmiljö. Träningen fokuserade på benstyrka men resultaten är inte entydiga.

När enskilda muskelgrupper testades kunde man inte upptäcka någon skillnad i styrkeökning jämfört med en kontrollgrupp. Kombinerades däremot muskelstyrkan i knä och fot så ökade styrkan i träningsgruppen jämfört med kontrollgruppen. Andersson och medarbetare fann att ett progressivt styrketräningsprogram på gym för vuxna med CP, ökade deras muskelstyrka (28). Damiano och medarbetare (29, 30) visade i sina två studier att muskelstyrkan ökade efter en styrketräningsperiod, vilket den också gjorde för en grupp ungdomar med CP som tränade isokinetiskt (31). När en grupp ungdomar med cerebral pars tränade både kondition och styrka ökade de sin muskelstyrka men inte konditionen (32). Även hos något äldre personer med CP har styrke-

träning utvärderats. En grupp där medelåldern var över fyrtio år ökade sin muskulära kraft i genomsnitt 22 procent efter en period med styrketräning (33).

På motsvarande sätt visar studier av personer med stroke att styrketräning har positiva effekter på muskelstyrkan. Två förhållandevis stora grupper av personer som drabbats av stroke tränade och resultaten från grupperna jämfördes. Den ena gruppen tränade benrörelser med vikter och den andra gjorde samma rörelser, men utan vikter. De som tränat med vikter kunde lyfta tyngre efter träningsperiodens slut.

En brist med studien var att styrkan inte utvärderades hos den grupp som tränat utan vikter. Ytterligare en svaghet med studien var att belastningen i gruppen som tränade med vikter inte var bestämd exakt i förhållande till 1 RM. Detta gjorde det svårt att avgöra om belastningen var tillräcklig för att man skulle kunna förvänta sig en styrkeökning (34).

I en annan kontrollerad studie styrketränade personer med stroke benen vilket också resulterade i en styrkeökning (35). I tre olika studier, baserade på relativt små grupper stroke drabbade personer, blev alla som tränade starkare (36-38). Engardt och medarbetare (39) jämförde excentrisk styrketräning med koncentrisk hos strokepatienter. Båda träningsformerna gav ökad styrka och de som tränade excentriskt förbättrades något mera (tabell 1).

Några få har studerat effekterna av styrketräning hos personer med MS. I de gjorda studierna framkom att personerna blev starkare utan negativa bieffekter (40-42) och i ett par av studierna upplevde de sig också mindre trötta (tabell 1). Även om träning vid MS visat sig ge positiva effekter, rekommenderas att ansträngande träning ska undvikas när patienterna är inne i ett skov (43).

Inga belägg för att styrketräning ger upphov till ökad spasticitet

Det finns inte några belägg för att spasticitet skulle öka efter ansträngning på ett sådant sätt att det påverkar funktionen negativt, enligt en litteraturgenomgång av Patten och medarbetare (20). Av de studier vi redovisar i Tabell 1 var det långt ifrån alla som värderade tonus i samband med styrketräningen. Där spasticitet eller tonus undersökts sågs dock inga tenden-

Studie år referens	Diagnos	Gruppstorlek Träningsgrupp (TR)/ Kontrollgrupp (KG)	Träning Belastning Träningsveckor	Styrka	Tonus	Funktionella/ andra tester	
Andersson 2003 (28)	CP	10/7 Randomiserad	70 % av 1RM 10v	↑	=	GMFM TUG Gångtest	↑ ↑ ↑
Damiano 1995 (30)	CP	14/25	60 % av 1RM 6v	↑			
Damiano 1998 (29)	CP	11/0	65 % av 1RM 6v	↑		GMFM EEI Rörelseanalys	↑ = ↑
Darrah 1999 (32)	CP	23/0	>70 % av 1RM 10v	↑		EEI HR Upplevd fysisk kapacitet	= = ↑
Dodd 2003 (27)	CP	11/10	60-70 % 1RM 6v	↑		GMFM Trapptest Gångtest	= = =
MacPhail 1995 (31)	CP	17/0	Isokinetisk 8v	↑	=	GMFM Gångtest EEI	↑ = =
Taylor 2004 (33)	CP	10	60-80 % 1RM 10v	↑		Sitta till stående Gånghastighet	↑ =
Engardt 1995 (39)	Stroke	10 Exc träning / 10 Konc träning	Isokinetiskt 6 v	↑	=	Gången (Exc + Konc) Symmetri (Exc)	↑ ↑
Moreland 2003 (34)	Stroke	65/65 Randomiserad	Vikträning specificerad efter individens egen bedömning 6v	↑	=	Gång Vid 6 månader UG	= ↑
Ouellette 2004 (35)	Stroke	21/21 Randomiserad	70 % av 1RM 12 v	↑		Gång (TG+KG) Funktionella test (TG+KG) Upplevd begränsning (TG > KG)	↑ ↑ ↑
Sharp 1997 (36)	Stroke	15/ "icke" afficerat ben	Isokinetiskt 6v	↑	=	Gång TUG Fysisk aktivitet Trappgång uppåt Trappgång nedåt	↑ = ↑ ↑ =
Teixiera 1999 (37)	Stroke	6+7, 13 Randomiserad	60-80 % av 1RM 10v		=	Gång Livskvalité Fysisk aktivitet	↑ ↑ ↑
Weiss 2000 (38)	Stroke	7/0	70 % av 1RM 12 v	↑		Gång Enbensstående MAS Subjektivt funktionsstatus Trappgång Upprensning fr. stol Balans	= = ↑ ↑ = = ↑
De Bolt 2004 (40)	MS	19/17 Randomiserad	0.5 -1.5 % av kroppsvikten Ökning varje vecka 8 v	↑	=	Balans Upp och gå test	= = =
Gutierrez 2005 (41)	MS	8/0	70 % av 1RM 8 v	↑		Gång Trötthet	↑ ↑
White 2004 (42)	MS	8/0	70 % av 1RM 8 v	↑		Antal steg (3min) Gång Trötthet	↑ = ↑

Tabell 1.

Sammanställning av de granskade artiklarna om styrketräning vid cerebral pares (CP), stroke samt multipel skleros (MS) med en kortfattad beskrivning av design, träning och resultat.

Exc=excentrisk,
Konc=koncentrisk,
GMFM=Gross Motor Function Measurement,
TUG=Timed Up and Go,
MAS=Movement assessment scale,
EEI=energy expenditure index,
HR=heart rate,
↑=förbättring,
=oförändrat

»Här finns intressanta områden att beforska alltifrån frågor kring muskelfysiologi till delaktighet i samhället.«

ser till ökning efter en styrketränningsperiod (31, 34, 36, 37, 39, 40, 44, 45)

Viss evidens finns för att styrketräning förbättrar funktioner på aktivitetsnivå

De studier som utvärderat effekter på aktivitetsförmåga och då framför allt förflyttning tyder på att styrketräningen ger positiva effekter även när det gäller detta. När Andersson och medarbetare (28) studerade effekten av styrketräning på funktionsnivå hos vuxna med CP fann de att förflyttningsförmågan förbättrats, mätt med GMFM, gånghastighet och TUG.

Ytterligare en studie av personer med CP visade att styrketräning gav positiva effekter på förflyttningsförmågan, mätt i termer av gånghastigheten och GMFM (31). En annan grupp med vuxna med CP som tränade styrka kunde resa sig upp bättre, däremot skedde ingen förändring av gången efter träningsperioden (33).

Hos en grupp personer med stroke var gångförmågan direkt efter styrketräningen densamma som för en kontrollgrupp. Vid en uppföljning hade gångförmågan förbättrats mer hos dem som styrketränade (34). Teixeira-Salmela och medarbetare (37) visade att styrketränade personer med stroke ökade sin gånghastighet och även Weiss (36, 38) och Sharp (36) och medarbetare fann positiva förändringar på olika funktionella test.

Vi vet ännu inte vilken betydelse styrketräning kan ha för delaktighet

Studierna utvärderar inte om delaktigheten har påverkats. Om gången, balansen och förmågan att resa sig förbättras skulle detta också i sin tur kunna öka möjligheterna att delta i olika aktiviteter och socialt liv. Detta återstår dock att utforska.

Framtida forskningsutmaningar

Flera frågor behöver belysas för att vi ska få en djupare kunskap om vilka effekter styrketräning har för personer med skador i CNS. Här finns intressanta områden att beforska alltifrån frågor kring muskelfysiologi till delaktighet i samhället.

Hur ska träningen läggas upp för att vara effektiv? Ska personer med en förvärvad skada träna på annorlunda sätt än de med en med-

född skada? Finns det negativa effekter av styrketräning som visar sig först efter en längre träningsperiod? Det här är endast exempel på intressanta frågeställningar inom ett relativt nytt, men mycket lovande forskningsområde.

Referenser

1. Bobath B. Adult hemiplegia. Oxford; 1990.
2. Andrews AW, Bohannon RW. Discharge function and length of stay for patients with stroke are predicted by lower extremity muscle force on admission to rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2001;15(2):93-7.
3. Damiano DL, Martellotta TL, Sullivan DJ, Granata KP, Abel MF. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: relationship of cocontraction. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81(7):895-900.
4. Kim CM, Eng JJ. The relationship of lower-extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. *Physical-Therapy* 2003;83(1):49-57.
5. Lowes LP, Westcott SL, Palisano RJ, Effgen SK, Orlin MN. Muscle force and range of motion as predictors of standing balance in children with cerebral palsy. *Physical-and-Occupational-Therapy-in-Pediatrics* 2004;24(1/2):57-77.
6. Russel J, Rosenbaum P, Avery L, Lane M. Gross Motor Function Measure (GMFM-66&GMFM-88) User's Manual: Lavenham. Cambridge University Press; 2002.
7. Damiano DL. Teaching effective ways to examine and treat spasticity and weakness and their effects on motor function. *Neurology-Report* 2001;25(3):98-101.
8. Elder GC, Kirk J, Stewart G, Cook K, Weir D, Marshall A, et al. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45(8):542-50.
9. Lindstrom B, Kristensen B, Gerdle B. Dynamic strength and endurance of the thigh muscles in patients with minimum sequel after ischaemic stroke. *NeuroRehabilitation* 1999;12:157-168.
10. Sunnerhagen KS, Svantesson U, Lonn L, Krotkiewski M, Grimby G. Upper motor neuron lesions: their effect on muscle performance and appearance in stroke patients with minor motor impairment. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(2):155-61.
11. Bohannon RW. Relative decreases in knee extension torque with increased knee extension velocities in stroke patients with hemiparesis. *Phys*

Ther 1987;67(8):1218-20.

12. Knutsson E, Martensson A, Gransberg L. Influences of muscle stretch reflexes on voluntary, velocity-controlled movements in spastic paraparesis. *Brain* 1997;120 (Pt 9):1621-33.
13. Hammond MC, Fitts SS, Kraft GH, Nutter PB, Trotter MJ, Robinson LM. Co-Contraction in the Hemiparetic Forearm - Quantitative Emg Evaluation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1988;69(5):348-351.
14. Knutsson E, Martensson A. Dynamic motor capacity in spastic paresis and its relation to prime mover dysfunction, spastic reflexes and antagonist co-activation. *Scand J Rehabil Med* 1980;12(3):93-106.
15. Tuzson AE, Granata KP, Abel MF. Spastic velocity threshold constrains functional performance in cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2003;84(9):1363.
16. Lindstrom B, Gerdle B, Forsgren L. Repeated maximum reciprocal knee movements in patients with minimal overt symptoms after ischaemic stroke: an evaluation of mechanical performance and EMG. *Scand J Rehabil Med* 1998;30(1):47-54.
17. Gowland C, deBruin H, Basmajian JV, Plews N, Burcha I. Agonist and antagonist activity during voluntary upper-limb movement in patients with stroke. *Phys Ther* 1992;72(9):624-33.
18. Bourbonnais D, Vanden Noven S. Weakness in patients with hemiparesis. *Am J Occup Ther* 1989;43(5):313-9.
19. Marbini A, Ferrari A, Cioni G, Bellanova MF, Fusco C, Gemignani F. Immunohistochemical study of muscle biopsy in children with cerebral palsy. *Brain Dev* 2002;24(2):63-6.
20. Patten C, Lexell J, Brown HE. Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: Rationale, method, and efficacy. *J Rehabil Res Dev* 2004;41(3A):293-312.
21. Sinkjaer T, Magnussen I. Passive, intrinsic and reflex-mediated stiffness in the ankle extensors of hemiparetic patients. *Brain* 1994;117 (Pt 2):355-63.
22. American Academy of pediatrics Committee on Sports Medicine and F. Strength Training by Children and Adolescents. *Pediatrics* 2001;107(6):1470-1472.
23. Lavallee M. Strength training in children and adolescents. 2002(September).
24. Delorme T. Restoration of muscle power by heavy-resistance exercises. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1945;28 (4):645-667.
25. Bohannon R, Smith M. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987;67(2):206-207.

26. Wartenberg R. Pendulousness of the legs as a diagnostic test. *Neurology* 1951;1:18-24.
27. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2003;45(10):652-657.
28. Andersson C, Grooten W, Hellsten M, Kaping K, Mattsson E. Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Dev Med Child Neurol* 2003;45(4):220-8.
29. Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79(2):119-25.
30. Damiano DL, Kelly LE, Vaughn CL. Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. *Phys-Ther* 1995;75(8):658-67.
31. MacPhail HE, Kramer JF. Effect of isokinetic strength-training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1995;37(9):763-75.
32. Darrach J, Wessel J, Nearingburg P, O'Connor M. Evaluation of a community fitness program for adolescents with cerebral palsy. *Pediatric-Physical-Therapy* 1999;11(1):18-23.
33. Taylor NF, Dodd KJ, Larkin H. Adults with cerebral palsy benefit from participating in a strength training programme at a community gymnasium. *Disability-and-Rehabilitation* 2004;26(19):1128-34.
34. Moreland JD, Goldsmith CH, Huijbregts MP, Anderson RE, Prentice DM, Brunton KB, et al. Progressive resistance strengthening exercises after stroke: a single-blind randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2003;84(10):1433.
35. Ouellette MM, LeBrasseur NK, Bean JF, Phillips E, Stein J, Frontera WR, et al. High-Intensity Resistance Training Improves Muscle Strength, Self-Reported Function, and Disability in Long-Term Stroke Survivors. *Stroke* 2004;35(6):1404-1409.
36. Sharp SA, Brouwer BJ. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78(11):1231-6.
37. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(10):1211-8.
38. Weiss A, Suzuki T, Bean J, Fielding RA. High intensity strength training improves strength and functional performance after stroke. *Am J Phys Med*

- Rehabil 2000;79(4):369-76; quiz 391-4.
39. Engardt M, Knutsson E, Jonsson M, Sternhag M. Dynamic muscle strength training in stroke patients: effects on knee extension torque, electromyographic activity, and motor function. Arch Phys Med Rehabil 1995;76(5):419-25.
40. DeBolt LS, McCubbin JA. The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2004;85(2):290.
41. Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White LJ. Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil 2005;86(9):1824-9.
42. White LJ, McCoy SC, Castellano V, Gutierrez G, Stevens JE, Walter GA, et al. Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. Mult Scler 2004;10(6):668-74.
43. White LJ, Dressendorfer RH. Exercise and multiple sclerosis. Sports Med 2004;34(15):1077-100.
44. Fowler EG, Ho TW, Nwigwe AI, Dorey FJ. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. Phys Ther 2001;81(6):1215-23.
45. Ross SA, Engsberg JR. Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2002;44(3):148-57.