

Sjukgymnastiska träningsmetoder efter stroke

CHRISTINA BROGÅRDH OCH ULLA-BRITT FLANSBJER

Sammanfattning

Strokesjukvården och rehabiliteringen av personer som insjuknat i stroke har förändrats betydligt under de senaste decennierna. Idag vet vi att akut vård och rehabilitering på särskilda strokeenheter samt hemrehabilitering av specialutbildat multidisciplinärt team är effektiva för att minska risken för aktivitetsbegränsningar och behovet av institutionsboende. Det finns också ett vetenskapligt stöd för att sjukgymnastiska åtgärder har effekt, men inte att någon särskild metod är effektivare än någon annan. Denna översiktsartikel belyser det vetenskapliga stödet för olika sjukgymnastiska träningsmetoder vid rehabilitering efter stroke.

Christina Brogårdh, Leg sjukgymnast, Med dr

Ulla-Britt Flansbjer, Leg sjukgymnast, Dr med vet

Båda författarna är verksamma vid VO Rehabiliteringsmedicin, Universitetssjukhuset i Lund

STROKESJUKVÅRDEN OCH rehabiliteringen av personer som insjuknat i stroke har förändrats avsevärt under de senaste decennierna. Förr vårdades patienterna länge på sjukhus och det var vanligt att patienterna ordinerades strikt sängläge i flera veckor.

Före 1940 baserades de sjukgymnastiska åtgärderna framför allt på ortopediska principer med fokus på kompensatorisk träning. Under slutet av 1900-talet utvecklades nya sjukgymnastiska metoder som byggde på neurofysiologisk och neuropsykologisk kunskap. Idag har vi genom systematisk forskning fått allt större kunskap om vilka behandlings- och träningsmetoder som bör användas efter insjuknande i stroke.

Syftet med denna översiktsartikel är att sammanställa och belysa vilka sjukgymnastiska träningsmetoder som kan rekommenderas för personer som insjuknat i stroke.

Incidens/prevalens

Stroke, slaganfall, är en av våra stora folksjukdomar. Varje år insjuknar cirka 30 000 personer i slaganfall i Sverige, varav 20 000 är förstagsångsinsjuknande. Omkring 85 procent av alla slaganfall orsakas av hjärninfarkt och cirka 10 procent av intracerebrala hematom. Konsekvenserna av hjärnskadan varierar från

individ till individ, bland annat beroende på skadans omfattning och lokalisation. Vanliga symtom är halvsidig förlamning, nedsatt rörelseförmåga, känselnedsättning, balansstörning, spasticitet, smärta, tal- och språksvårigheter, sväljningssvårigheter samt kognitiva nedsättningar. De kognitiva problemen kan innebära nedsättningar av: uppmärksamhet, varseblivning, problemlösningsförmåga och minne samt ökad trötthet (1). Funktionsnedsättningarna leder ofta till begränsad förmåga att utföra dagliga aktiviteter och att vara delaktig i samhället.

Risken att insjukna i stroke ökar starkt med stigande ålder. De flesta som drabbas är över 75 år men cirka 20 procent av de drabbade är i arbetsför ålder, det vill säga yngre än 65 år. Det finns flera faktorer som är kopplade till ökad risk att insjukna i stroke (2). De viktigaste faktorerna är förhöjt blodtryck, rökning, diabetes, förmaksflimmer samt förträngning av halspulsådern (3, 4).

Primär- och sekundärpreventiva åtgärder

Tidiga medicinska insatser i form av rätt diagnostik och en snabbt insatt behandling i det akuta skedet är viktiga för att förhindra progression av skadan. Behandling med intravenös trombolys vid ischemisk stroke inom de första timmarna efter symtomdebut har visat sig kraftigt kunna förbättra möjligheterna att nästan bli helt återställd från de aktuella symptomen.

Vård på så kallad strokeenhet på sjukhus, där enheten nästan uteslutande tar hand om patienter som insjuknat i stroke och där personalen i teamet har särskild kunskap om stroke och rehabilitering, har visat sig medföra en minskad risk för död, aktivitetsbegränsning och minskat behov av institutionsboende (4, 5). Tidig mobilisering, rehabilitering och information till patient och närstående är mycket viktigt.

Efter sjukhusvistelsen är en fungerande vårdkedja viktigt för fortsatt optimalt omhändertagande. För patienter med milda till måttliga funktionsnedsättningar efter stroke har tidig utskrivning från sjukhus och rehabilitering i hemmet av särskilt multidisciplinärt rehabiliteringsteam visat sig kunna medföra ett minskat aktivitetsberoende och minskat behov av

särskilt boende (3-6). Primär- och sekundärpreventiva åtgärder för att förebygga hjärt- och kärlsjukdomar har fått allt större betydelse, vilket även innefattar rekommendationer kring hälsosamma kostvanor och fysisk aktivitet (3, 4).

I Sverige lever cirka 100 000 personer med funktionshinder efter stroke, varav många kan vara fysiskt aktiva med eller utan hjälpmedel/anpassning. Frågan är vilka sjukgymnastiska träningsmetoder det idag finns visad effekt (evidens) för och vilka vi bör använda inom hälso- och sjukvården.

Ett historiskt perspektiv

Under 1950-talet liknade de sjukgymnastiska behandlingsmetoderna inom neurorehabilitering de som användes inom ortopedin.

Vanliga sjukgymnastiska åtgärder var kompensatorisk träning i form av styrketräning av de icke-paretiska musklerna, rörelseträning samt utprovning av olika stödbandage och ortoser (7, 8). Efterhand växte missnöjet med dessa behandlingsmetoder, som inte var anpassade för att möta de specifika problem som en person med hjärnskada uppvisade.

Nya metoder utvecklades, som i första hand syftade till att normalisera muskeltonus. Dessa nya metoder byggde på en reflex-hierarkisk modell för motorisk kontroll som presenterats av Sherrington redan 1910 (9). Sjukgymnastiska behandlingsmetoder såsom Bobath (10), Knott och Voss (11) och Brunnström (12), som sedermera kom att användas inom strokerehabiliteringen, bygger på denna reflex-hierarkiska modell.

Enligt Bobath (10) berodde den motoriska svagheten efter stroke i första hand på en förändrad tonus. Styrketräning av den paretiska muskulaturen ansågs direkt olämpligt eftersom detta kunde förvärra svagheten genom att ge en ökad spänning av de muskelgrupper som hindrade normala rörelser.

Dessa teorier var helt motsatta de riktlinjer som Knott och Voss rekommenderade när de utvecklade ”Proprioceptive neuromuskulär facilitering” (PNF) (11). Inom PNF använder man i stället en manuell motståndsteknik i specifika roterade rörelsemönster både för att stärka svaga muskler (facilitera) och att minska onormal muskelspänning (inhibera). Något senare utvecklade Brunnström en teknik där man utnyttjade den spontana återhämtning,

”Tidiga medicinska insatser i form av rätt diagnostik och en snabbt insatt behandling i det akuta skedet är viktiga”

”Ju mer träning under de första månaderna efter insjuknandet i stroke desto större förbättringar”

som hon observerat kom i en speciell förprogrammerad ordning, så kallade rörelsesynergier (12). Samtliga sjukgymnastiska behandlingsmodeller som utvecklades enligt de neurofysiologiska idéerna saknade dock vetenskapligt stöd. De spreds över hela världen och Bobaths idéer vidareutvecklades senare (13). Detta så kallade Bobath-koncept har dominerat de sjukgymnastiska behandlingarna inom strokerehabilitering ända fram till 2000-talet (14, 15).

I början på 2000-talet presenterade Carr och Shepherd ny vetenskaplig kunskap kring neurofysiologi, muskelfysiologi, motorisk inlärning, biomekanik och teorier kring motorisk kontroll (16). De menade att nedsatt motorisk kontroll inte enbart kunde bero på ökad muskeltonus utan att även förändringar i den lokala muskelvävnaden kunde förvärra den halvsidiga svagheten efter stroke. De tog till sig ny kunskap om hjärnans plasticitet och rekommenderade sjukgymnasten att stimulera till motorisk återinlärning genom att låta patienten arbeta aktivt och repetitivt i meningsfulla aktiviteter.

De flesta sjukgymnastiska behandlingar har genom åren haft sin grund i klinisk erfarenhet men kraven på att de ska vara vetenskapligt utvärderade har ökat. Det finns idag ett flertal översiktsartiklar som har jämfört effekten av olika behandlingskoncept, medan kunskapen om specifika behandlingsmetoder är betydligt mindre. De flesta studier visar att sjukgymnastiska insatser har betydelse, men att ingen enskild metod är överlägsen någon annan. Istället bör olika behandlingar väljas efter den enskilda patientens behov (17). Det saknas dock fortfarande till stor del vetenskapliga riktlinjer, som kan vägleda sjukgymnaster i det kliniska arbetet (18).

Vad vet man om olika träningsmetoder idag?

Det finns fortfarande få randomiserade kontrollerade studier med hög vetenskaplig kvalitet, som har undersökt effekten av olika träningsmetoder. De träningsmodeller som dock har visat lovande resultat när det gäller att förbättra den motoriska återhämtningen efter stroke är träningsmetoder som är intensiva, repetitiva och uppgiftsspecifika (19). I denna översiktsartikel kommer särskilt uppgiftsspeci-

fik träning, intensiv träning, konditionsträning och styrketräning att närmare beskrivas.

Uppgiftsspecifik träning

Uppgiftsspecifik träning kan användas i syfte att förbättra förmågan att utföra en specifik uppgift eller aktivitet. Det tycks finnas ett visst vetenskapligt underlag för att uppgiftsspecifik träning resulterar i bättre förmåga att utföra just den uppgiften som har tränats (20). Ett exempel på detta är träning för att förbättra gångförmågan. Även om ren funktionsträning av styrka, balans och kondition har visat sig ha effekt på gångförmågan är det mest effektivt att träna uppgiften specifikt, det vill säga gångförmågan förbättras bäst genom just gångträning (4, 20-22).

Intensiv träning

Intensiv träning är inte helt enkelt att definiera. Det beskrivs ibland i litteraturen som antalet repetitioner under ett träningspass eller som mängden träning per dag eller vecka (23, 24). Studier har kunnat påvisa att intensiteten i träningen kan ha betydelse för förbättrad funktions- och aktivitetsförmåga (5, 20) och det finns ett visst vetenskapligt underlag för att intensiv träning kan minska antalet vård dagar under rehabiliteringen (4).

Det verkar finnas ett förhållande mellan träningsdos och graden av förbättringar, det vill säga ju mer träning under de första månaderna efter insjuknandet i stroke desto större förbättringar. Däremot är det mer osäkert vilken betydelse intensiv träning i akut och subakut fas efter stroke har på lång sikt (25).

Constraint Induced Movement Therapy (CIMT) är ett exempel på en intensiv, repetitiv träning för armen och handen med nedsatt funktion. Enligt den ursprungliga modellen sker träningen vanligen sex timmar per dag under två till tre veckor. Samtidigt bär patienten en vante eller slynga på den icke-påverkade armen 90 procent av vaken tid under dessa veckor. Övningarna försvåras successivt och patienten får kontinuerlig feedback av terapeuten, så kallade shaping-övningar (26). Träningen enligt denna ursprungliga modell är resurskrävande och därför har flera modifieringar gjorts som ofta innebär färre timmars träning per dag, ibland under en längre period (27-30). Flera studier (20, 31, 32) har påvisat

signifikanta förbättringar av arm- och handfunktionen och ökad användning av handen i vardagliga aktiviteter efter CIMT jämfört med kontrollbehandlingarna. Det finns även några studier som har redovisat en långvarig effekt av CIMT (31, 33-35). Däremot är det fortfarande oklart vilken komponent i träningen som tycks vara viktigast för resultatet, det vill säga intensiteten i träningen, användningen av vante eller typen av handträning (27, 29, 34, 36-38). Enligt de nya preliminära nationella riktlinjerna för strokesjukvård 2009 kan hälso- och sjukvården använda CIMT till patienter under 60 år i subakut eller kronisk fas efter stroke med viss kvarvarande rörlighet i handled och fingrar (4).

Konditionsträning

Inaktivitet efter stroke är vanligt och konventionell träning ger oftast inte tillräcklig aktivering för att bibehålla syreupptagningsförmågan och muskelmassan.

Detta innebär att många personer efter stroke har en låg konditionsnivå. Den relativa energiåtgången vid olika förflyttningar blir större, vilket i sin tur kan leda till ytterligare inaktivitet och öka risken för sekundära komplikationer.

Träningsbarheten efter stroke är undervärderad och fysiologiska faktorer påverkas på samma sätt vid träning efter stroke som hos jämnåriga individer (39-41). Enligt de rekommendationer som finns idag skall konditionsträningen bedrivas 2-7 dagar i veckan under 10 till 60 minuter vid varje tillfälle. Stora muskelgrupper bör användas som vid promenader, cykling eller träning på gångband, men kan gärna bytas ut mot olika lustbetonade aktiviteter som dans och bassängträning. Belastningen bör läggas mellan 50-80 procent av maximal hjärtfrekvens och ge en ansträngningsgrad på mellan 11-15 enligt Borgs skala (ganska lätt – ansträngande) (2, 42, 43).

Styrketräning

Aktuell forskning har visat att muskelsvagheten efter stroke inte i första hand beror på ökad muskelspänning i antagonistiska muskler, utan är en konsekvens av oförmåga att aktivera muskeln i kombination med förändringar i den lokala muskelyvnaden. Det finns idag belägg för att dessa förändringar är en del av förklaringen till muskelsvagheten och att styr-

keträning kan förbättra de muskulära förutsättningarna (44).

Progressiv styrketräning är ett effektivt sätt att förbättra muskelstyrkan hos friska (45, 46), men även i nedre extremiteterna efter stroke (47-49). Denna träning innebär att personen arbetar med få repetitioner och med en hög belastning som successivt ökas. Styrketräning har traditionellt varit en del av idrottsutövarens uppbyggnad, men har under senare år även börjat användas av motionärer och av äldre personer som vill bibehålla muskelmassan för att förhindra negativa konsekvenser av åldrandet (50).

I Guidelines från flera länder (2, 22, 51) rekommenderas numera styrketräning för personer som insjuknat i stroke. I FYSS 2008 finns tydliga beskrivningar hur styrketräning kan bedrivas (42). De rekommendationer som finns idag är att styrketräningen efter stroke bör bedrivas 1-3 gånger/vecka i 1-3 set med upp till 10 övningar som engagerar stora muskelgrupper. Belastningen under styrketräningen skall vara så hög att maximalt antal repetitioner är 10. Enligt FYSS skall ansträngningsgraden ligga på upp till 12-13 (Borgs skala ”något ansträngande”) (42, 43). I den preliminära versionen av Socialstyrelsens riktlinjer för strokesjukvård 2009 saknas fortfarande rekommendationer kring styrketräning (4).

Behandlingar som har otillräckligt vetenskapligt underlag

Många behandlingsmetoder som används inom hälso- och sjukvården idag är inte tillräckligt vetenskapligt utvärderade.

Detta gäller t.ex. musikterapi, rytmterapi, bildterapi och ridterapi (4). Flera av dessa aktiviteter kan upplevas lustfyllda och öka det psykiska välbefinnandet, men effekterna är oklara. Andra träningsmetoder har visat sig vara mindre effektiva än vad man tidigare trott, till exempel träning på gångmatta med eller utan kroppstynghetsavlastning (2, 5, 19).

Idag finns det dock evidens för att vissa behandlingar saknar effekt, såsom akupunktur som strokebehandling (4).

Betydelsen av individuellt anpassad träning/rehabilitering

Ungefär 40 procent av de som överlever en akut stroke får bestående funktionsnedsätt-

”Träningsbarheten efter stroke är undervärderad och fysiologiska faktorer påverkas på samma sätt vid träning efter stroke som hos jämnåriga individer”

”Enligt de rekommendationer som finns idag skall konditionsträningen bedrivas 2-7 dagar i veckan under 10 till 60 minuter vid varje tillfälle.”

ningar (5). Ofta medför nedsättningar av kroppsfunktioner svårigheter att utföra olika aktiviteter i det dagliga livet. Många patienter har därför behov av rehabiliterande insatser under lång tid. Det är av största vikt att patienten är delaktig i beslut som rör rehabiliteringen, att målen med åtgärderna upplevs betydelsefulla och att träningen är individuellt anpassad.

För att en behandling vid en skada eller sjukdom ska anses ha ett värde bör effekten kunna visas inte bara på en enskild kropps-funktion, till exempel ökad muskelstyrka, utan också medföra en förbättring av personens aktivitetsförmåga, vid exempelvis gång eller andra förflyttningar.

Det är därför viktigt att utgå ifrån WHO:s ICF-modell (International Classification of Functioning, Disability and Health) (52) för att kunna utvärdera om förbättringar av kroppsfunktioner leder till ökad aktivitetsnivå i vardagen och på fritiden samt en upplevelse av ökad delaktighet i samhället.

Sammanfattning

Det finns idag vetenskapligt stöd för att ett flertal sjukgymnastiska träningsmetoder har positiva effekter vid rehabilitering efter stroke, exempelvis: i) uppgiftsspecifik träning i syfte att förbättra förmågan att utföra en specifik aktivitet, exempelvis gångträning för att förbättra gångförmågan, ii) intensiv träning för att förbättra funktions- och aktivitetsförmågan, till exempel CIMT, iii) konditionsträning och progressiv styrketräning för nedre extremitet, som har visats kunna ge samma träningseffekt efter stroke som hos jämnåriga friska individer.

Många andra behandlingsmetoder som används idag bygger på beprövad erfarenhet men saknar tillräckligt vetenskapligt underlag. Fortsatt forskning är därför viktig för att vägleda sjukgymnasten vid val av träningsmetoder i det kliniska arbetet.

Referenser

1. Slaganfall. Stockholm: Statens beredning för utvärdering av medicinsk metodik. (SBU) 1992.
2. Gordon NF, Gulianick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement

from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Circulation* 2004;109:2031-41.

3. Fagius J, Aquilonius S-M. *Neurologi*. 4th ed. Stockholm: Liber AB; 2006.
4. Socialstyrelsen. Nationella riktlinjer för Strokesjukvård– Beslutstöd för prioriteringar 2009. Preliminär version: The Swedish National Board of Health and Welfare; 2009.
5. Young J, Forster A. Review of stroke rehabilitation. *BMJ* 2007;334:86-90.
6. Widen Holmqvist L, von Koch L, Kostulas V, Holm M, Widsell G, Tegler H, et al. A randomized controlled trial of rehabilitation at home after stroke in southwest Stockholm. *Stroke* 1998;29:591-7.
7. Ashburn A. A review of current physiotherapy in the management of stroke. In: Harrison M, editor. *Physiotherapy in stroke management*. London Churchill Livingstone; 1995. p. 3-22.
8. Partridge C. Physiotherapy approaches to the treatment of neurological conditions - an historical perspective. . In: Edwards S, editor. *Neurological physiotherapy A problem-solving approach*. London Churchill Livingstone 1996. p. 3-14.
9. Sherrington CS. Flexion-reflex of the limb, crossed extension-reflex, and reflex stepping and standing. *J Physiol* 1910;40:28-121.
10. Bobath B. *Adult hemiplegia: Evaluation and treatment*. 2nd ed. London, England: Heinemann; 1978.
11. Knott M, Voss DE. *Proprioceptive neuromuscular facilitation. Patterns and techniques*. 2nd ed. Hagerstown: Harper and Row; 1968.
12. Brunnström S. *Movement therapy in hemiplegia*. London/New York: Harper and Row; 1970.
13. Davies PM. *Steps to follow*. Heidelberg: Springer-Verlag 1985.
14. Lennon S, Baxter D, Ashburn A. Physiotherapy based on the Bobath concept in stroke rehabilitation: a survey within the UK. *Disabil Rehabil* 2001;23:254-62.
15. Tyson SF, Selley AB. The effect of perceived adherence to the Bobath concept on physiotherapists' choice of intervention used to treat postural control after stroke. *Disabil Rehabil* 2007;29:395-401.
16. Carr JH, Shepherd RB. *Neurological rehabilitation-Optimizing motor performance*. Oxford: Butterman-Heinemann; 2000.
17. Pollock A, Baer G, Pomeroy V, Langhorne P.

- Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;CD001920.
18. Saunders DH, Greig CA, Young A, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;CD003316.
19. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol* 2009;8:741-54.
20. Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil* 2004;18:833-62.
21. van de Port IG, Wood-Dauphinee S, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of Exercise Training Programs on Walking Competency After Stroke: A Systematic Review. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86:935-51.
22. Van Peppen RPS, Hendricks HJM, Van Meeteren NLU, Helders PJM, Kwakkel G. The development of a clinical practise stroke guideline for physiotherapists in The Netherlands: A systematic review of available evidence. *Disabil & Rehabil* 2007;29:767-83.
23. Kwakkel G. Impact of intensity of practice after stroke: issues for consideration. *Disabil Rehabil* 2006;28:823-30.
24. Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. *Stroke* 2006;37:2348-53.
25. Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC. Long term effects of intensity of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;72:473-79.
26. Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-Induced Movement Therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation—a clinical review. *J Rehabil Res Dev* 1999;36:237-51.
27. Sterr A, Elbert T, Berthold I, Kölbl S, Rockstroh B, Taub E. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1374-7.
28. Dettmers C, Teske U, Hamzei F, Uswatte G, Taub E, Weiller C. Distributed form of constraint-induced movement therapy improves functional outcome and quality of life after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:204-9.
29. Brogårdh C, Vestling M, Sjolund BH. Shortened constraint-induced movement therapy in subacute stroke - no effect of using a restraint: a randomized controlled study with independent observers. *J Rehabil Med* 2009;41:231-6.
30. Page SJ, Sisto SA, Levine P, McGrath RE. Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:14-8.
31. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D, et al. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *JAMA* 2006;296:2095-104.
32. Hakkennes S, Keating JL. Constraint-induced movement therapy following stroke: a systematic review of randomised controlled trials. *Aust J Physiother* 2005;51:221-31.
33. Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW, Fleming WC, Nepomuceno CS. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:347-54.
34. van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Vogelaar TW, Deville WL, Bouter LM. Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients. *Stroke* 1999;30:2369-75.
35. Brogårdh C, Flansbjer UB, Lexell J. What is the long-term benefit of constraint-induced movement therapy? A four-year follow-up. *Clin Rehabil* 2009;23:418-23.
36. Uswatte G, Taub E, Morris D, Barman J, Crago J. Contribution of the shaping and restraint components of Constraint-Induced Movement therapy to treatment outcome. *NeuroRehabil* 2006;21:147-56.
37. Tuke A. Constraint-induced movement therapy: a narrative review. *Physiotherapy* 2008;94:105-14.
38. Hammer A, Lindmark B. Is forced use of the paretic upper limb beneficial? A randomized pilot study during subacute post-stroke recovery. *Clin Rehabil* 2009;23:424-33.
39. Ivey FM, Hafer-Macko CE, Macko RF. Exercise rehabilitation after stroke. *NeuroRx* 2006;3:439-50.
40. Ivey FM, Hafer-Macko CE, Macko RF. Exercise training for cardiometabolic adaptation after stroke. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2008;28:2-11.
41. Ivey FM, Macko RF, Ryan AS, Hafer-Macko CE. Cardiovascular health and fitness after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2005;12:1-16.
42. Ståhle A. FYSS: http://www.svenskidrottsmedicin.se/fyss/pdf/FYSS_2008.pdf; 2008.
43. Borg G, Linderholm H. Exercise performance and perceived exertion in patients with coronary insufficiency, arterial hypertension and vasoregulatory asthenia. *Acta Med Scand* 1970;187:17-26.
44. Patten C, Lexell J, Brown HE. Weakness and strength training in persons with post-stroke

hemiplegia: Rationale, method and efficacy. *J Rehabil Res Dev* 2004;41:293-312.

45. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:364-80.

46. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:674-88.

47. Flansbjerg UB, Miller M, Downham D, Lexell J. Progressive resistance training after stroke: Effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation. *J Rehabil Med* 2008;40:42-8.

48. Lexell J, Flansbjerg UB. Muscle strength training, gait performance and physiotherapy after stroke. *Minerva Med* 2008;99:353-68.

49. 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;35:1404-9.

50. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64:1038-44.

51. National Guidelines for Stroke, Second edition. London: Royal Colleges of Physicians of London; 2004.

52. International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF: World Health Organization; 2001.