



**Karolinska
Institutet**

Institutionen för neurobiologi, vårdvetenskap och samhälle

Sektionen för fysioterapi

Fristående kurs:

Kompletterande kurs för kandidatexamen i fysioterapi, 30 högskolepoäng
år 2015

Kan excentrisk träning ge en långvarig effekt på muskel-senkomplexets töjbarhet?- en litteraturstudie

Engelsk titel

Can eccentric training give a long-term effect on the
extensibility of the musculotendinous complex?- a literature
study

Författare:

Per Åke Henriksson +358 405620411 perake.henriksson@medimar.ax

Gustav Jonsson +45 21731537 gj@sport.dk

Handledare: Birgitta Nordgren. Med Dr-universitetsadjunkt.

Sektionen för fysioterapi. Institutionen för neurobiologi, vårdvetenskap och
samhälle, Karolinska Institutet

birgitta.nordgren@ki.se

Moderator vid seminariet: Gabriele Biguet, leg fysioterapeut, MSc-
universitetsadjunkt, doktorand.

Sektionen för fysioterapi, Institutionen för neurobiologi, vårdvetenskap och
samhälle, Karolinska Institutet

gabriele.biguet@ki.se



Institutionen för neurobiologi, vårdvetenskap och samhälle
Sektionen för fysioterapi

Fristående kurs: Kompletterande kurs för kandidatexamen i fysioterapi, 30
högskolepoäng
År 2015

Kan excentrisk träning ge en långvarig effekt på muskel-senkomplexets töjbarhet?- en litteraturstudie

Sammanfattning

Bakgrund: God rörlighet är en av grundförutsättningarna för optimal funktion oberoende av vilken patientgrupp eller idrottsutövare det gäller. Traditionella metoder för att öka töjbarheten i muskel-senkomplexet har visat sig endast ha kortvarigt resultat. Träning med fokus på excentrisk muskelkontraktion har visat en potentiell möjlighet att fylla luckan.

Syfte: Att sammanställa kunskap avseende excentrisk tränings långvariga effekt på muskel-senkomplexets töjbarhet mätt via angulär ledrörlighet.

Metod: En litteraturstudie genomfördes. Litteratur söktes i databaserna PubMed och CINAHL. Sju studier inkluderades. De kvalitetsgranskades med SBUs granskningsmall.

Resultat: Av de sju inkluderade studierna visade tre signifikanta ökning av muskel-senkomplexets töjbarhet med en långvarig effekt på rörelseomfånget (ROM) i knäleden mätt efter minst 24 timmar. Fyra studier visade ingen ökning eller en liten minskning av rörelseomfånget.

Konklusion: Excentrisk träning som utförs till rörelsebanans ytterläge, har pågått en längre tid och har medel till hög belastning indikerar en långvarig effekt på muskel-senkomplexets töjbarhet och därmed en ökning av angulär ledrörlighet. Bakomliggande mekanism är troligen ett ökat antal sarcomerer i muskelcellernas längsriktning.

Nyckelord: Excentrisk träning, rörelseomfång, rörlighet, stretching, töjbarhet



Can eccentric training give a long-term effect on the extensibility of the musculotendinous complex?- a literature study

Abstract

Background. Good flexibility is one of the basic conditions for optimum performance, regardless of the patient or athlete concerned. Traditional methods of increasing the extensibility of the musculo-tendinous complex show only short-term effect. Training with focus on the eccentric muscle contraction has shown potential to fill this gap.

Purpose. To summarize the long-term effect of eccentric training on the extensibility of the musculo-tendinous complex as measured by angular joint mobility.

Method. A literature review was conducted. Search was made in the databases PubMed and CINAHL. Seven studies were included. The quality of the studies was examined by SBU's review template.

Results. Of the seven included studies three showed significant increases in extensibility in the musculo-tendinous complex measured as the impact on the range of motion (ROM) and lasting longer than 24 hours. Four studies showed no increase or a slight decline of the ROM.

Conclusion. Eccentric exercise performed to the end range of motion, lasting a longer time with medium to high training load indicates a long-term effect on the extensibility of the musculo-tendinous complex and thus an increase in angular joint movement. The mechanism behind the improvement is probably by addition of sarcomeres in series in the muscle cell.

Keywords. Eccentric exercise, extensibility, flexibility, mobility, range of motion

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Bakgrund.....	1
2.1	Rörlighet	1
2.2	Rörlighetsträning.....	2
2.3	Excentrisk träning	2
2.4	Översikt över tidigare studier	3
3	Problemformulering.....	3
4	Syfte	3
4.1	Frågeställningar	3
5	Metod.....	4
5.1	Design.....	4
5.2	Inklusionskriterierna.....	4
5.3	Exklusionskriteriet	4
5.4	Sökstrategier	4
5.5	Bedömning av träningsbelastningens storlek.....	5
5.6	Bedömning av metodologisk kvalitet av ingående studier	5
5.7	Etik.....	5
6	Resultat.....	6
6.1	Kvalitetsgranskning av ingående studierna	6
6.2	Beskrivning av studiepopulation	6
6.3	Beskrivning av den excentriska träningen	6
6.4	Beskrivning av resultatet	7
6.4.1	Beskrivning av träningsbelastningens storlek	7
6.4.2	Beskrivning av om träningsövningarna belastade i rörelsens ytterläge	7
6.4.3	Beskrivning av förklaringsmodell.....	7
7	Diskussion	9
7.1	Resultatdiskussion	9
7.2	Metoddiskussion	10
8	Klinisk relevans	11
9	Framtida studier.....	11
10	Konklusion	11
11	Tillkännagivande.....	11
12	Referenser	11
	Bilaga 1. Exkluderade studier.	
	Bilaga 2. SBU:s granskningsmall	

1 Inledning

Rörelse och rörlighet har länge ansetts vara centrala begrepp inom träningslära och rehabilitering (1). Tillsammans med stabilitet, styrka, kontroll och uthållighet utgör de en stor del av grunden till de tränings- och rehabiliteringsprogram som används av olika professioner. Rörligheten har stor betydelse för prestation och prevention mot skador inom idrotten (1). Senare tids forskning pekar mot att endast en kortvarig effekt på rörligheten ses när traditionella stretching metoder används (2-6). Detta stämmer väl med vår kliniska erfarenhet som fysioterapeuter, där vi har upplevt effekten av den statiska stretchingen på rörligheten som icke tillfredsställande. Bristen på långvarig effekt visar på behov av utveckling och utvärdering av kompletterande metoder. Excentrisk träning har i tidigare studier (7) indikerat att den kan ha en potential att öka rörligheten, frågan är om effekten är långvarig? Denna studie berör därför huruvida excentrisk träning har visat sig ha en långvarig effekt på töjbarheten av muskel-senkomplexet.

2 Bakgrund

2.1 Rörlighet

Rörlighet är förmågan att röra kroppsdelarna i förhållande till varandra över en eller flera leder (8). Rörlighetsomfånget (ROM) begränsas av ingående ledkomponenter, muskulaturen och vävnaden i området kring leden samt töjbarheten av muskel-senkomplexet. Vävnaden i muskel-senkomplexet bildas av muskelcellerna med omgivande bindväv samt tillhörande senstrukturer. (9, 10).

Inom konceptet rörlighet och rörlighetsträning används ett flertal begrepp och termer inkonsekvent. Detta bidrar till svårigheten att jämföra, förstå och diskutera resultaten i vetenskapliga studier. Töjbarhet, flexibilitet, mobilitet och ROM är några av de begrepp som ibland används synonymt (1, 7, 10). Författarna till denna litteraturstudie har valt att använda ordet töjbarhet (på engelska extensibility) med följande modifierade definition.

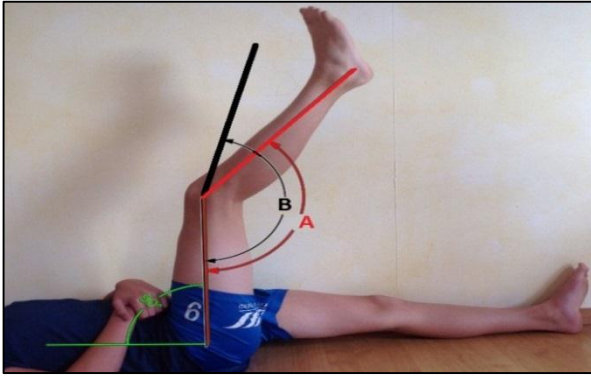
Töjbarhet är muskel-senkomplexets förmåga till förlängning vid en dragande kraft av en förutbestämd storlek eller tills en specificerad sensation uppnåtts utan att skadas.

Denna definition stämmer i stort med definitionen hos Weppeler & Magnusson (6) med undantag för att författarna i denna studie har lagt till ”utan att skadas” från Holt et al (10).

Definitionen av töjbarhet är nästan identisk med definitionen av flexibilitet. Flexibilitet är muskel-senkomplexets förmåga till förlängning vid en dragande kraft utan att skada uppstår (10). Skillnaden är att den dragande kraftens storlek skall vara förutbestämd eller att en specificerad sensation uppnåtts. Med specificerad sensation menas att testledaren eller testpersonen subjektivt upplever det första fasta motståndet vid manuell belastning (6). Skälet till att töjbarhetsdefinitionen har dessa tillägg är ett försök att definiera vid vilken vinkel mätningen skall utföras och på så sätt göra mätningen reliabel.

Vid humanstudier av töjbarheten i muskel-senkomplexet mäts den vinkel i leden som antingen uppnås vid en yttre belastande kraft av förutbestämd storlek, 20N är vanligt förekommande (2). eller då det distala segmentet belastas med en kraft som är tillräcklig för att ge ett första fjädrande motstånd (Figur 1, vinkel A). I kliniskt arbete inom vården mäts i huvudsak töjbarheten när belastningen är så stor att den som testas känner det första fjädrande motståndet.

Om mer kraft belastar det distala segmentet upplever försökspersonen till slut smärta/obehag och mätvärdet som tas då anses representera försökspersonens töjningstålighet (6, 11). (Figur 1, vinkel B).



Figur 1. Ledvinkelmätning.

Ryggliggande ledvinkelmätning i knäled med 90° i höftled.

A Vinkelförändringar motsvaras av ändringar av *töjbarheten*.

B Vinkelförändringar motsvaras av ändringar av *töjbarheten* och/eller *töjningståligheten*.

En strukturell, plastisk förändring av muskel-senkomplexet anses finnas vid en bestående ökningen av både vinkel A och B. Kvarstår förändringen av vinkel A eller B kortare tid än 24 timmar anses förändringen bero på den viskoelastiska effekten (6, 12). Finns en ökning av vinkeln B men inte A anses det endast ha skett en förändring av töjningståligheten.

I litteraturen beskrivs ofta att ökad töjbarhet av muskel-senkomplexet anges som ökning av ROM (13). Förmågan till töjning av muskel-senkomplexet beror på flera saker. Kortvarig ökning anses bero på den viskoelastiska effekten som är ett resultat av viskositeten i intra/extracellulärvätskan och elasticiteten i bindvävs/sen strukturerna och muskelcellerna. Elasticiteten är mycket seg och vävnaden återgår efter töjning till ursprungslängden inom 24 timmar (6, 12). Ytterligare faktorer som påverkar töjbarheten är den neurala aktivitetsnivån i muskelcellerna (14) och antalet sarcomerer i muskelcellens längsriktning (15). Sarcomer är benämningen på den kontraktila enheten i muskelcellen. Vid ökat antal sarcomerer i muskelcellens längsriktning ses en förskjutning av längd-kraftkurvan mot att större kraft kan utvecklas när muskelcellen är mer uttöjd. Längd-kraftkurvan är den kurva som bildas när kraften som muskeln utvecklar mäts vid olika muskellängder. Kraften är som högst när de kontraktila enheterna i muskelcellen överlappar varandra optimalt (16, 17).

2.2 Rörlighetsträning

Till de traditionella metoderna för rörlighetsträning hör den statiska rörlighetsträningen. Vanligt förekommande är statisk stretching eller passiv töjning (18). Ballistiska töjningar där kroppsdelen förs ut till ytterläge med relativt hög hastighet och studsar tillbaks används ofta som uppvärmningsövning (8). Proprioceptiv Neuromuskulär Faciliteringsteknik (PNF) är en metod att öka rörligheten via hämning av muskeltonus genom påverkan på muskel- och senspolar (19).

2.3 Excentrisk träning

Excentrisk kontraktion (EK) innebär att muskelcellen förlängs under arbete. EK har distinkta skillnader jämfört med den koncentriska kontraktionen (KK). EK sker volontärt, reflexmässigt eller när den yttre påverkande kraften överstiger den maximala statiska kraften (11, 20). Funktionen är att absorbera mekanisk energi som antingen blir till värme eller kortvarigt lagras som elastisk rekylenergi (20). Energiåtgången under EK är mellan 3-5 gånger lägre än KK vid samma arbete vilket beror på två mekanismer. EK producerar 21-37 % mer kraft per muskelcell och färre muskelceller rekryteras därför för samma arbete (21). Trolig förklaring till detta är att den stora proteinmolekylen titin, som fäster myosinet, ändrar form och blir styvare (20). Syreupptagningen per muskelcell är lägre vid EK (22).

Traditionell styrketräning är en kombination av KK och EK där belastningen vanligtvis ligger mellan 75-100 % av vad som maximalt kan utföras en gång (1 RM) (23). Excentrisk träning utförs på samma sätt som koncentrisk, förutom att den koncentriska delen tas bort eller kraftigt avlastas (9). Belastningen kan överstiga 100 % av 1RM koncentrisk styrka på grund av förmågan till högre kraftutveckling vid EK. Förklaringsmodellen till att excentrisk styrketräning kan

påverka tøjbarheten är att det sker en ökning av sarcomernas antal i muskelcellens längsriktning (24). Dessa strukturella, plastiska förändringar sker normalt inte vid KK, utom vid belastning nära ytterläge (25).

Excentrisk träning är en del i evidensbaserad rehabilitering och träning. Exempel är hälsenetendinos/akillestendinopati (26), patellatendinit/hopparknä (27), tendinopati i supraspinatus senan hos patienter med impingement (28). Lateral/medial epicondylgia (29) och hamstrings skador (16).

2.4 Översikt över tidigare studier

O'Sullivan et al (7) genomförde en systematisk review inom området excentrisk träning och tøjbarhet. Författarna fann sex studier daterade mellan 2004-2009. Tre studier utvärderade den excentriska träningens påverkan på fascikellängd, två studier dess påverkan på ROM och en studie påverkan på både fascikellängd och ROM. Konklusionen i O'Sullivans studie var att excentrisk träning kan öka tøjbarheten i nedre extremiteten mätt med ROM eller via fascikellängd. Endast en av de ingående studierna angav någon tid post intervention när mätningarna gjordes (30).

3 Problemformulering

Resultaten av de olika traditionella formerna av rörlighetsträning som redovisas i den vetenskapliga litteraturen är övertygande. Oberoende av vilken metod av rörelseträning, i vilka positioner den görs och hur länge den utförs, ses en kortvarig ökning av tøjbarheten (4, 31). Flertalet forskare är överens om att det inte sker någon strukturell, plastisk förändring i muskel-senkomplexet. Den kortvariga ökningen av tøjbarheten, med återgång inom 24 timmar anses i stället beror på den viskoelastiska effekten, alternativt ökad tøjningstålighet (5, 6, 11, 12, 32).

Begränsningar av tøjbarheten är vanliga fynd vid en fysioterapeutisk undersökning. Då det inte råder någon konsensus om hur träning skall bedrivas för att påverka tøjbarheten med långvarig effekt, finns behov av att undersöka och sammanställa den evidens som hittills publicerats inom detta problemområde.

4 Syfte

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka och sammanställa den excentriska träningens långvariga effekt på muskel-senkomplexets tøjbarhet och därmed på angulära ledrörligheten.

4.1 Frågeställningar

- Kan excentrisk träning långvarigt påverka muskel-senkomplexets tøjbarhet mätt genom förändring av angulära ledrörligheten som kvarstår längre än 24 timmar?
- Kan träningsbelastningens storlek eller var i rörelsebanan belastningen utförs ha en inverkan på om någon förändring sker?
- Vad finns för förklaringsmodeller till eventuella förändringar i muskel-senkomplexets tøjbarhet?

5 Metod

5.1 Design

En litteraturstudie genomfördes enligt riktlinjer för en kritisk litteraturgranskning (33).

5.2 Inklusionskriterierna

- Randomiserade kliniska humanstudier eller fallstudier där den excentriska träningens effekt på töjbarheten av muskel-senkomplexet mäts i grader av vinkeln på den ingående leden.
- Minst 24 timmar skall ha förflutit mellan sista interventionen och mättillfället.
- Studierna skall vara publicerade på engelska.
- Studierna skall ha ett etiskt godkännande.

5.3 Exklusionskriteriet

- De studier som härleder effekten av den excentriska träningens påverkan på töjbarheten av muskel-senkomplexet utifrån förändring av fascikellängd.

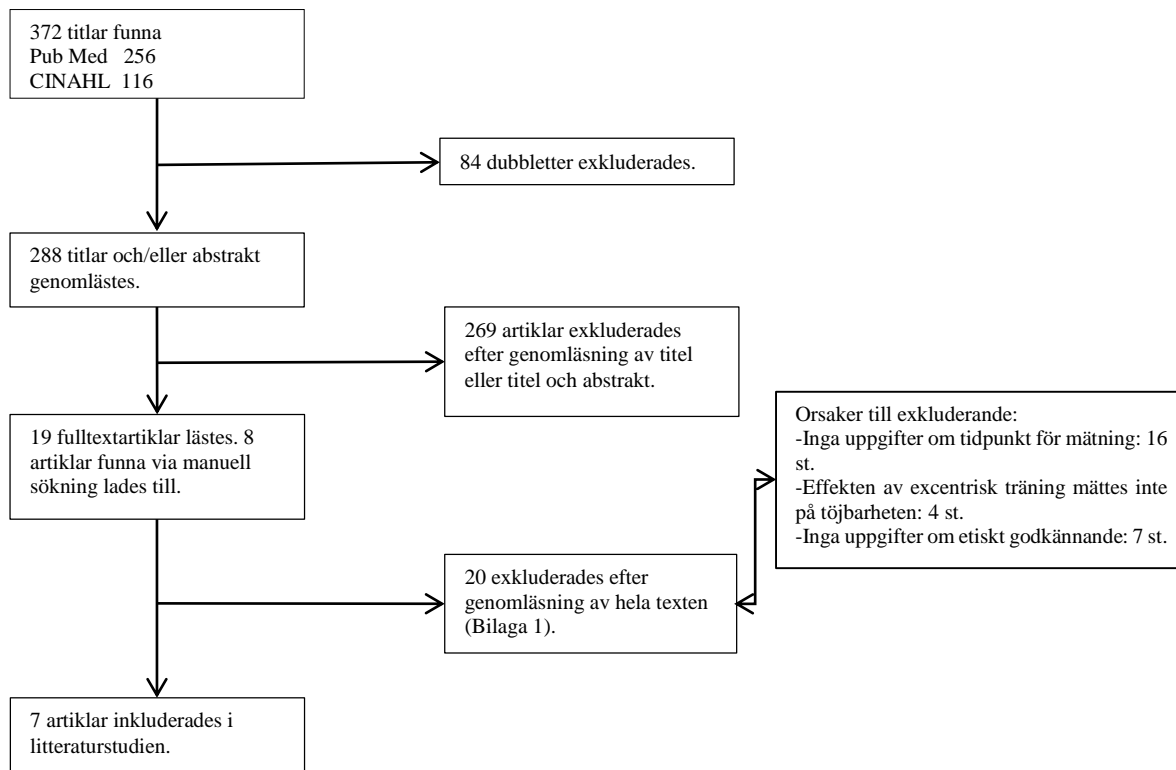
5.4 Sökstrategier

Sökningar gjordes i PubMed och CINAHL den 9 september 2015. Båda författarna sökte, var för sig, i ovan nämnda databaser på samma dag. Följande sökord användes: eccentric training i kombination med flexibility, extensibility eller range of motion. Utfallet av sökningen redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Sökkombinationer och utfall.

Databas	PubMed	CINAHL
Sökord	Träffar	Träffar
Eccentric training AND flexibility.	45	28
Eccentric training AND range of motion.	209	86
Eccentric training AND extensibility.	2	2
TOTALT	256	116

Titlarna lästes och i de fall där det inte klart framgick från titeln om studien avhandlade eller inte avhandlade excentrisk träning och tøjbarhet, så genomlästes även abstrakten. I de fall där det inte framgick från titel eller abstrakt om inklusionskriterierna uppfylldes genomlästes hela artikeln. Referenslistorna från de hela artiklarna genomlästes vidare i sökandet efter fler relevanta artiklar. En detaljerad redovisning av urvalsproceduren ges i Figur 2 och i Bilaga 1.



Figur 2. Flödesschema över sökning och urvalsproceduren.

5.5 Bedömning av träningsbelastningens storlek

En uppskattning av träningsbelastningen som använts i de ingående studierna gjordes av båda författarna. Den excentriska belastningens storlek jämfördes teoretiskt med 1RM koncentrisk för att kunna besvara frågeställningen om belastningens storlek har någon inverkan på resultatet. Vår gradering: Låg belastning 25-49%, Medel belastning 50-99%, Hög belastning >100% av 1RM.

5.6 Bedömning av metodologisk kvalitet av ingående studier

Båda författarna bedömde de utvalda studiernas kvalitet med SBU mallen (Bilaga 2) för granskning av randomiserade studier oberoende av varandra. SBU mallen användes för att ge ett systematiskt stöd vid bedömningen av risken för under eller överskattning av utfallet, studiernas relevans och kvalitet samt metodfel (33). Båda författarna hade genomgått grundläggande utbildning i användandet av SBUs mall. Klargörande information fanns att tillgå i appendix till mallen. Vid oenighet mellan författarna av bedömningen tillfrågades studiehandledaren och ett slutligt utfall diskuterades fram. Bedömningsgraderna är Låg, Medel eller Hög generell risk för systematiska fel.

5.7 Etik

Samtliga ingående studier var granskade och godkända av etiska kommittéer.

6 Resultat

Resultatet bygger på de ingående sju studierna. Fyra randomiserade och kontrollerade studier (RCT) (30, 34-36), och tre fallstudier (37-39). Tre av de sju inkluderade studierna visade en signifikant ökning av muskel-senkomplexets töjbarhet mätt som ROM. Fyra studier visade ingen ökning eller en liten minskning. Utfallsmåttet ROM mättes med hjälp av goniometer. Resultaten korrelerade med om träningen utfördes till ytterläget eller inte, belastningens storlek samt träningsperiodens längd. Vanligaste förklaringsmodellen till ökningen var en tillväxt av sarcomerer i muskelcellens längsriktning.

6.1 Kvalitetsgranskning av ingående studierna

Kvalitetsgranskningen enligt SBU-mallen visade låg generell risk för systematiskt fel för fem av de ingående studierna och medelstor risk för två studier (Tabell 2).

Tabell 2. Sammanfattning av granskning enligt SBU mall.

Studie	Generell risk för systematiskt fel
Batista et al (37)	Låg
Guex et al (34)	Låg
McHugh et al (38)	Låg
Newton et al (39)	Låg
Nelson & Bandy (30)	Låg
Waseem et al (35)	Medel
Waseem et al (36)	Medel

6.2 Beskrivning av studiepopulation

Antalet deltagare som ingick i studierna varierade från 10 till 37. I studierna var deltagarnas ålder mellan 16 - 34 år. I tre av de sju studierna ingår både manliga och kvinnliga deltagare. Inkluderings- och exkluderings-kriterier var mycket olika mellan studierna. I sex av studierna ingick deltagare utan en nuvarande eller tidigare skada i nedre extremiteterna. En studie inkluderade deltagare med tidigare hamstring skador (29). Studiedesign och studiepopulation redovisas i Tabell 3.

6.3 Beskrivning av den excentriska träningen

Det fanns stora variationer när det gäller totala belastningen i den excentriska träningen mellan studierna. Antalet repetitioner och set, intensiteten i träningen, hur länge det excentriska muskelarbetet höll i sig liksom frekvensen varierade. Generellt fanns två olika modeller där den ena liknade traditionell styrketräning med 6-12 repetitioner i tre set (30, 34) och den andra en blandning av styrka och statisk ytterlägesbelastning (35-37). I de senast nämnda övergick den excentriska kontraktionen vid slutet av rörelsebanan i en statisk kontraktion som hölls i 5 eller 30 sekunder. Vanligaste intervallen var tre träningsstillfällen per vecka men även daglig träning förekom i två studier (35, 36). Muskelgrupp, typ av belastning (kroppsvikt, maskin, Theraband), uppskattad belastning, träningsrörelsen utfördes till ytterläge eller inte samt träningsperiodens längd redovisas i Tabell 3.

6.4 Beskrivning av resultatet

Tre studier rapporterade en ökning av knäextensionen efter excentrisk träning av hamstrings (30, 34, 37). Nelson & Bandy (30) med 24 deltagare rapporterade markant större öknings i ROM, 12,79° ($p < 0,05$) efter excentrisk träning jämfört med kontrollgruppens 1,67° utan träning. Guex et al (34) med 20 deltagare registrerade en signifikant ökning av knäextensionen med 4,3° ($p < 0,05$) i träningsgruppen, jämfört med ingen ändring i kontrollgruppen. Batista et al (37) med 34 deltagare fick en stor signifikant ökning av knäextensionen med 23,6° ($p < 0,001$), men utan kontrollgrupp.

Fyra studier visade ingen långvarig ökning av ROM. McHugh et al (38) rapporterade ingen ökning av knäextensionen efter excentrisk träning av hamstrings med 10 deltagare utan kontrollgrupp. Newton et al (39) visade ingen förändring av armbågsflexionen efter en enkel träningsomgång med tung excentrisk styrketräning varken hos tidigare otränade eller vana utövare vid sista mätningen med 30 deltagare. Waseem et al (35, 36) visade en icke signifikant minskning av knäextensionen sju dagar efter träningen med -0,5° ($p < 0,733$) i två studier efter fem dagars excentrisk träning med 20 och 20 deltagare. I båda studierna fanns en initial kortvarig ökning av knäflexionen direkt efter träningen ($p < 0,08$). Tabell 3.

6.4.1 Beskrivning av träningsbelastningens storlek

Tre studier (34, 38, 39) använde en hög träningsbelastning. Av dessa visade en (34) på signifikanta öknings av tøjbarheten. Två studier använde medelstor belastning och bägge visade på signifikanta öknings av tøjbarheten (30, 37). Två studier av samma författare (35, 36) använde låg belastning och de visade ingen ökning av tøjbarheten.

6.4.2 Beskrivning av om träningsövningarna belastade i rörelsens ytterläge

Fem av de sju inkluderade studierna använde belastning till muskulaturen var i ett uttöjt ytterläge (30, 34-37). Av de fem fann tre signifikanta öknings av tøjbarheten (30, 34, 37).

6.4.3 Beskrivning av förklaringsmodell

Som förklaringsmodell till öknings av tøjbarheten i muskel-senkomplexet angav fem studier (34-38) att den troliga orsaken var en tillväxt av antalet sarcomerer i muskelcellens längsriktning. Nelson & Brandy (30) diskuterade både sarcomer tillväxten och neurologiska mekanismer. I en studie (39) diskuterades inga teorier.

Tabell 3. Sammanfattning av inkluderade studier.

Författare Inklusionskriterierna Exklusionskriteriet	Design Grupper	Antal Kön Ålder	Muskelgrupp	Belastning	Tid Intervention till mätning	Resultat Intervention
			Typ av belastning	Ytterläge	Förklarings- modell	Kontroll
Batista et al (37) IN: Lugn livsstil, stelhet hamstrings= 20° eller mer från full extension och god hälsa. EX: Ingen tidigare operation, reumatiska sjukdomar, artros, diabetes eller andra skador/ sjukdomar som kunde tänkas störa studien.	1. Excentrisk	n=34 23 K/11 M m=34 år	Hamstring	Medel	4 v 7 d	I=23,6°***
			Kroppsvikt	Ja	Sarcomer tillväxt	UK
Guex et al (34) IN: Sprinters 100-400m slätt eller häck. EX: Ingen skada i hamstrings tidigare än 3 månader innan studien.	1. Excentrisk	n=20 13 K/7 M (16-26)	Hamstring	Hög	6 v 2-4 d#	I = 4,3°**
	2. Kontroll		Maskin	Ja	Sarcomer tillväxt	K = 0°
McHugh et al (38) IN: Tidigare skada i hamstrings.	1. Excentrisk Case-serie	n=10 2 K/8 M (18-36)	Hamstring	Hög	6 v >7 d	I = 0°
			Kroppsvikt	Nej	Sarcomer tillväxt	UK
Nelson & Bandy (30) IN: Stelhet i hamstring = 30° eller mer från full extension med höften i 90° flexion. EX: Inga tidigare skador i knä/höft/lår eller ländrygg. Inte börja träna bål eller nedre extremiteterna under studien gång. Inte öka frekvens eller belastning i de redan tränade övningar med bål eller nedre extremiteterna.	1. Excentrisk	n=24 M m=16 år	Hamstring	Medel	6 v 2 d	I = 12,8°*
	2. Statisk stretch					
	3. Kontroll		Theraband	Ja	Sarcomer tillväxt. Neuro- logisk	K= 1,7°
Newton et al (39) IN: A: Styrketränade, minst ett års tung träning 3 gånger i veckan. B: Otränade, inaktiva ett år. EX: Inga sjukdomar eller skador som kunde tänkas störa studien.	1. Excentrisk A/tränade B/otränade	A: 15 M m=30 B: 15 M m=28	Armbågs- flexorer	Hög	1 d 5 d	I = A:0° I = B:0°
			Maskin	Nej	Ingen	UK
Waseem et al (35) IN: Stelhet i hamstrings=160° eller mindre från full extension med höften i 90° flexion. EX: Inga tidigare skador i knä/höft/lår eller ländrygg. Inte redan involverade i träning av nedre extremiteterna. Ingen synlig svullnad över hamstrings. Full rörlighet i sittande.	1. Excentrisk	n=20 20 M (18-25)	Hamstring	Låg	5 d 3 d	I = -0,5°
	2. Statisk stretch		Theraband	Ja	Sarcomer tillväxt	K = 0,0°
Waseem et al (36) IN: Stelhet i hamstrings=160° eller mindre från full extension med höften i 90° flexion. EX: Som ovan (35)	1. Excentrisk	n=20 20 M (18-25)	Hamstring	Låg	5 d 3 d	I = -0,5°
	2. Muskel- energi teknik		Theraband	JA	Sarcomer tillväxt	K = 0,0°

Förklaring till tabell 3: * = (p<0,05), ** = (p<0,01), *** = (p<0,001), K = Kvinna, M = Man, m = medelålder, Tid = Träningsintervention i veckor (v) eller dygn (d), samt förfluten tid i dygn (d) mellan sista träning och mätning. UK = Utan kontrollgrupp. Uppskattad belastning jämfört med 1-RM koncentrisk: Låg 25-49%, Medel 50-99%, Hög >100%. Resultat = förändring i grader jämfört med ingångsvärdet. Uppskattad belastning av 1-RM koncentrisk: Låg 25-49%, medel 50-99%, hög >100%. Resultat = förändring i grader jämfört med ingångsvärdet. # = säkerställt via mailkontakt, står inte i studien. I = interventionsgruppen. K = kontrollgruppen. UK = utan kontrollgrupp

7 Diskussion

Denna litteraturstudie har sammanställt kunskap om den långvariga effekten på muskel-senkomplexets töjbarhet. Sju studier inkluderades och granskades. Resultatet visar att tre studier ger en indikation för ökad töjbarhet i muskel-senkomplexet mätt via förändringar av ROM. Fem studier visade låg risk för systematiska fel och två medelstor risk.

7.1 Resultatdiskussion

Gemensamt för de tre studierna (30, 34, 37) som visade på signifikanta öknings av töjbarheten var att alla utförde den excentriska träningen tills muskulaturen var i ett töjt ytterläge. Att ytterlägesbelastning ger ökad töjbarhet stöds av Saraiva et al (40) som jämförde två traditionella styrketränningsinterventioner hos elit judo utövare där endast övningarnas inbördes ordning ändrades. Författarna fann signifikanta öknings av töjbarheten i både axelled och höftled ($p < 0,05$). De poängterade i diskussionen att rörelserna skulle utföras i hela rörelsebanan. Morton et al (19) noterade också att traditionell styrketräning utförd i hela rörelsebanan påverkar töjbarheten i knäextension med $32,88^\circ$ ($p < 0,01$), höftflexion med $10,85^\circ$ ($p < 0,01$), höftextension med $9,88^\circ$ ($p < 0,05$) men inte i skulderextension jämfört med kontrollgruppen. Här bör nämnas att Morton et al (19) även fann en ökning av knäextensionen på $13,83^\circ$ i kontrollgruppen som inte utfört någon träning. De båda sist nämnda studierna innehåller ingen uppgift om när töjbarheten efter interventionsträningens slut mättes. Resultatet kan därför bero på den viskoelastiska effekten även om det är osannolikt att det är enda förklaringen till de stora förändringarna.

En annan likhet hos de tre studierna (30, 34, 37) var att interventionsträningen pågick i fyra veckor eller längre. Plastiska förändringar i muskelvävnad behöver tid för att utvecklas, 12 veckor redovisas i en studie av Abe et al (41). Den sista likheten var att de använde sig av en belastning som vi uppskattat till medelhög (30, 37) eller hög (34). Att en hög belastning stimulerar hypertrofi av muskelceller bättre än låg, är ett välkänt samband (23).

Det som förenar de fyra studier som inte fått något signifikant ökning av rörligheten är att de antingen inte tränat tillräckligt lång tid, hade för låg belastning eller inte gick till rörelsens ytterläge under träningen. McHugh et al (38) tränade inte till ytterläget, Newton et al (39) endast ett träningspass och gick inte till ytterläge och Waseem et al (35, 36) tränade endast fem dagar med låg belastning. Det är möjligt att Waseem et al (35, 36) har använt samma interventionsgrupp (excentrisk träning) i sina studier då alla redovisade resultat gällande den gruppen är identiska i båda studierna.

Störst förändring av ROM sågs i studien av Batista et al (37) och Nelson & Bandy (30). I båda studierna kombinerades EK med en statisk kontraktion när rörelsen nått full töjning av muskel-senkomplexet. Batista et al (37) höll den statiska kontraktionen i 30 sekunder och Nelson & Bandy (30) i fem sekunder. Då uppstår frågan om det är att belastningen ligger i eller kring ytterläget som har större betydelse för resultatet än om det är en EK, KK eller statisk kontraktion? Att ordinär styrketräning som utförs till ytterläge ger ökad töjbarhet stöds av flera studier (19, 40). Guex et al (34) fann även en förskjutning av längd-kraftkurvan vid KK som utförts till ytterläge nåtts, men inte om rörelsen stoppades innan ytterläget.

Den vanligaste förklaringsmodellen till ökad töjbarhet av muskel-senkomplexet är en tillväxt av sarcomerer i muskeln längsriktning (7, 34-38). Volymtillväxt av muskelceller tar tid. Abe et al (41) mätte volymen i ett flertal muskler efter styrketräning och kom fram till att i överkroppens muskulatur tog det 12 veckor för att öka volymen signifikant. I nedre extremiteterna räckte inte 12 veckor till för att nå signifikanta förändringar. Proske et al (42) anser att det finns belägg för att tillväxten av sarcomerer på längden kan ta mellan fem dagar och åtta veckor. Williams & Goldspink (43) hittade en tillväxt av muskellängden på unga möss som tidigare varit gipsade i förkortat läge. Det tog fyra veckor innan muskellängden återgick till sin ursprungliga längd. De

inkluderade studierna i föreliggande studie har en tränings tid på 4-12 veckor, som troligen är tillräckligt lång tid för att sarcomerväxt i längsriktningen kan förklara ökningen av tøjbarheten.

I de tre studierna som nådde signifikant ökad tøjbarhet var det en relativt liten variation av försökspersoner. Åldersmässigt dominerade yngre personer i alla tre studierna. Ingen av studierna hade deltagare med någon skada. Två studier hade deltagare med stramhet i hamstrings som inklusionskriterie (30, 37). En studie utfördes på elittränande sprinters (34), de andra två studierna nämner inte något om hur vältränade försökspersonerna var (30, 37). Kön fördelningen var relativt jämn, 36 kvinnor och 42 män. Den studerade muskelgruppen i alla tre studierna var hamstringsmuskulaturen. Brist på bredd i ålder och att vi fann relativt få studier med signifikant resultat begränsar generaliserbarheten i föreliggande studie. Den jämna könsfördelningen samt variationen i både stramhet i hamstringsmuskulatur och hur vältränade försökspersonerna var vid ingången av interventionsträningen gör att det, enligt vår bedömning, går att generalisera resultatet till hamstringsmuskulatur hos både män och kvinnor med variationer i muskelstramhet och träningsbakgrund.

7.2 Metoddiskussion

En litteraturstudie är en vedertagen metod för att sammanställa och redovisa forskningsresultat (33). Den studiedesign som är mest evidensgrundande är randomiserade kontrollerade studier och därför valde författarna i första hand att söka efter studier med denna design. Då antalet randomiserade kontrollerade studier inom området var begränsat fick författarna lägga till fallstudier som inklusionsgrundande kriterie (37-39). I denna litteraturstudie är tillförlitligheten hög med tanke på tydligt beskriven sökstrategi, använda söktermer och ett flödesschema där urvalsproceduren framgår. Två av de inkluderade studier (35, 36) hittades via manuell sökning vilket kan dra ner tillförlitligheten.

Studiernas kvalitet har bedömts med SBUs granskningsmall som båda författarna fått grundläggande utbildning och träning i att använda. SBU-mallen är främst framtagen för att bedöma kvalitén på randomiserade studier. Även tre fallstudier inkluderades (29, 37, 39) vilket innebär att SBU-mallen inte var fullt tillämpbar i alla inkluderade studier. Detta kan spegla sig i resultatet. Fem studier bedömdes ha låg generell risk för systematiska fel och två medelstor risk. De två studier som bedömdes ha medelstor risk för systematiska fel var av samma författare (35, 44) och skälet till det var oklarheter avseende behandlingsbias och intresskonfliktbias.

Ett stort antal studier (nio) kunde inte inkluderas då författarna inte redovisade att minst 24 timmar hade förflutit mellan intervention och mätning. Detta var enda kriteriet varför dessa studier uteslöts. Hade kontakt sökts med författarna för klargörande av tiden hade vi möjligen kunnat inkludera flera studier och resultatet blivit annorlunda. Av hänsyn till studiens omfattning kontaktades endast författaren till den senast publicerade studien (34). Författaren meddelade att mätningen gjordes mellan 2-4 dygn efter sista intervention.

En styrka med föreliggande studie är att inklusionskriteriet var att minst 24 timmar skulle ha gått mellan sista interventionsträningen och mättillfället. Detta för att effekten skall anses vara kvarstående och därmed skilja sig från annan rörlighetsökande träning. Excentrisk träning verkar även ge en kortvarig effekt vilket Waseem et al (35, 36) såg i båda sina studier när ROM mättes direkt efter interventionen. I studien fann man en initial, icke signifikant ökning av knäledsvinkeln, men ökningen återgick till strax under ursprungsvinkeln när den åter mättes efter tre dygn.

Valet att exkludera studier som enbart mätte tøjbarhet som en förändring av fascikellängd skulle kunna ifrågasättas. Enligt vår bedömning är mätmetoderna av fascikellängd och därmed effekten på tøjbarhet för vaga. Därför exkluderades tre studier (45-47). O'Sullivan et al (7) och Poitier et al (48) ansåg dock att tillräcklig evidens finns för att inkludera förändringen av fascikellängden som en markör för ökad tøjbarhet. Ultraljudsundersökning som är den vanligaste mätmetoden för

uppskattning av fascikellängden har visat på brister när det gäller validiteten, ICC > 0,7 (49). Noggrannheten är störst under vissa betingelser som vid mätning av avslappnade, långa muskler i stationärt tillstånd. Vid beräkning av fascikel-längden på längre muskler ger ultraljudsmätning med ”extended field-of-view” mer valida resultat (50). Ingen av de exkluderade studierna hade mätt fascikellängden i samband med excentrisk träning med ”extended field-of-view” metoden.

En av de inkluderade studierna hade inte som huvudsyfte att öka tøjbarheten. Newton et al (39) studerade de vanligaste markörerna för akut muskelskada efter överbelastande excentrisk träning. Detta är den troliga orsaken till deras brist på ökning av ROM. I efterhand kan författarna se att studien skulle ha vunnit på att ha tydligare inklusionskriterier.

8 Klinisk relevans

Fysioterapeuter möter ofta klienter som söker hjälp för att förebygga eller behandla någon form av muskelspänningar eller rörelseinskränkningar. Tränare vill optimera sina adepters prestationer och förhindra skador. Både klienter och adepter har en förväntan på att få effektiva metoder för att nå målen. Kombinationen av en kvarstående ökning av tøjbarheten (30, 34, 37) med samtidig styrkeökning (16, 21, 24) vid excentrisk träning ger en metod med potential att påverka eller förebygga rörelseinskränkningar.

9 Framtida studier

Framtida studier när det gäller rörlighetsökande träning bör fokusera på belastning i slutet av rörelseomfånget. Det bör passera minst 24 timmar eller mer mellan intervention och mätning för att säkerställa att effekten kan betraktas som långvarig. Belastningen behöver inte nödvändigtvis vara uteslutande excentrisk. I framtida studier vore ett optimalt upplägg om samma studie inkluderade mätning av tre viktiga markörerna för ökad tøjbarhet, ROM, fascikellängd mätt med ”extended field-of-view”, och förskjutning av längd-kraftkurvan mot större kraft vid uttöjt muskel-senkomplex. Då skulle de inbördes sambanden kunna fastställas och tidigare forskning få ökad betydelse.

10 Konklusion

Denna litteraturstudie indikerar att excentrisk träning kan ge en långvarig påverkan på muskel-sen komplexets tøjbarhet och därmed en ökning av angulära ledrörligheten i knäleden. Detta förutsatt att träningsbelastningen varit hög eller medelhög, utförts till rörelsebanans ytterläge och pågått en längre tid. Mekanismen bakom ökningen är troligen ett ökat antal sarkomerer i muskelcellerna längsriktning. Resultatet bör dock tolkas med försiktighet då underlaget är litet.

11 Tillkännagivande

Vi vill tacka vår handledare Birgitta Nordgren för hennes goda råd och vägledning under arbetet med denna uppsatts. Ett stort tack också till kurskamraterna Anna och Kerstin samt Anna-Carin som bidragit mycket med sina tankar och idéer under arbetets gång.

12 Referenser

1. Corbin CB, Noble L. Flexibility: a major component of physical fitness. *J Phys Ed Rec.* 1980;51(6):23-60.
2. Ben M, Harvey LA. Regular stretch does not increase muscle extensibility: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(1):136-44.
3. Katalinic OM, Harvey LA, Herbert RD. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Phys Ther.* 2011;91(1):11-24.
4. Harvey L, Herbert R, Crosbie J. Does stretching induce lasting increases in joint ROM? A systematic review. *Physiother Res Int.* 2002;7(1):1-13.

5. Konrad A, Tilp M. Increased range of motion after static stretching is not due to changes in muscle and tendon structures. *Clin Biomech.* 2014;29(6):636-42.
6. Weppeler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther.* 2010;90(3):438-49.
7. O'Sullivan K, McAuliffe S, DeBurca N. The effects of eccentric training on lower limb flexibility: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2012;bjsports-2011-090835.
8. Hallén J, Ronglan LT, Toverud KC. *Träningslära för idrotterna: SISU Idrottsböcker [i samarbete med Akilles]*; 2011.
9. Houglum PA. *Therapeutic exercise for musculoskeletal injuries: Human Kinetics Publishers*; 2010.
10. Holt LE, Pelham TW, Holt J. *Flexibility: A Concise Guide: To Conditioning, Performance Enhancement, Injury Prevention, and Rehabilitation: Springer Science & Business Media*; 2008.
11. LaRoche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sp Med.* 2006;34(6):1000-7.
12. Ben M, Harvey LA. Regular stretch does not increase muscle extensibility: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sp.* 2010;20(1):136-44.
13. Grigg NL, Wearing SC, O'Toole JM, Smeathers JE. Achilles tendinopathy modulates force frequency characteristics of eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(3):520-6.
14. Needle A, Baumeister J, Kaminski T, Higginson J, Farquhar W, Swanik C. Neuromechanical coupling in the regulation of muscle tone and joint stiffness. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(5):737-48.
15. Guilhem G, Cornu C, Guével A. Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. *Ann Phys Rehabil Med.* 2010;53(5):319-41.
16. Orishimo KF, McHugh MP. Effect of an Eccentrically Biased Hamstring Strengthening Home Program on Knee Flexor Strength and the Length-Tension Relationship. *J Strength Cond Res.* 2015;29(3):772-8.
17. Kilgallon M, Donnelly A, Shafat A. Progressive resistance training temporarily alters hamstring torque–angle relationship. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):18-24.
18. Ylinen J. *Stretching therapy : for sport and manual therapies.* Chaitow L, Nurmenniemi J, Hill S, editors. Edinburgh: Edinburgh : Churchill Livingstone; 2008.
19. Morton SK, Whitehead JR, Brinkert RH, Caine DJ. Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength. *J Strength Cond Res.* 2011;25(12):3391-8.
20. Lindstedt S, LaStayo P, Reich T. When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *Physiol.* 2001;16(6):256-61.
21. Vikne H, Refsnes PE, Ekmark M, Medbø JI, Gundersen V, Gundersen K. Muscular performance after concentric and eccentric exercise in trained men. *Med Sci in Sports Exerc.* 2006;38(10):1770-81.
22. Bigland-Ritchie B, Woods JJ. Integrated electromyogram and oxygen uptake during positive and negative work. *J Physiol.* 1976;260(2):267.
23. Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations. *Med Sport.* 2011;15(3):147-62.
24. Blazevich AJ, Cannavan D, Coleman DR, Horne S. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *J Appl Physiol.* (1985) 2007;103(5):1565.
25. Guex K, Degache F, Gremion G, Millet GP. Effect of hip flexion angle on hamstring optimum length after a single set of concentric contractions. *J Sp Sci.* 2013;31(14):1545-52.
26. Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: normalised tendon structure and decreased thickness at follow up. *Br J Sports Med.* 2004;38(1):8-11.
27. Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med.* 2007;41(4):217-23.
28. Jonsson P. *Eccentric training in the treatment of tendinopathy.* 2009.

29. Tyler TF, Schmitt B, Gellert JM, McHugh MP. Eccentric Strengthening at Long Muscle Lengths Reduces Hamstring Strain Recurrences: Results of Long Term Follow-up. *Orthop J Sports Med.* 2014;2(2 suppl):2325967114S00081.
30. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train.* 2004;39(3):254.
31. Decoster LC, Cleland J, Altieri C, Russell P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(6):377-87.
32. Magnusson S. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand J Med Sci Sports.* 1998;8(2):65-77.
33. Forsberg C, Wengström Y. Att göra systematiska litteraturstudier: värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning. 3. Uppl Stockholm: Natur & Kultur. 2013.
34. Guex K, Lugrin V, Borloz S, Millet GP, de Beaumont A. Influence on strength and flexibility of a swing phase-specific hamstring eccentric program in sprinters general preparation. *J Strength Cond Res.* 2015.
35. Waseem M, Shibili N, Ram C, Ahmad F. A comparative study: Static stretching versus eccentric training on popliteal angle in normal healthy Indian collegiate males. *Int J Sports Sci Engineer.* 2009;3(3):180-6.
36. Mohd W. A Comparative Study Of The Impact Of Muscle Energy Technique And Eccentric Training On Popliteal Angle: Hamstring Flexibility In Indian Collegiate Males.
37. Batista L, Camargo P, Oishi J, Salvini T. Effects of an active eccentric stretching program for the knee flexor muscles on range of motion and torque. *Braz J Phys Ther.* 2008;12(3):176-82.
38. McHugh N, McAuliffe S, O'Sullivan K. Eccentric training for hamstring injury, and its relationship to strength and flexibility: A case-series. *Physiother Practice Res.* 2014;35(2):111-22.
39. Newton MJ, Morgan GT, Sacco P, Chapman DW, Nosaka K. Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):597-607.
40. Saraiva AR, Reis VM, Costa PB, Bentes CM, Costa e Silva GV, Novaes JS. Chronic Effects of Different Resistance Training Exercise Orders on Flexibility in Elite Judo Athletes. *J Hum Kinet.* 2014;40(1):129-37.
41. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81(3):174-80.
42. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol.* 2001;537(2):333-45.
43. Williams PE, Goldspink G. The effect of immobilization on the longitudinal growth of striated muscle fibres. *J Anat.* 1973;116(Pt 1):45.
44. Waseem M, Ahmad F. A Comparative Study of the Impact of Muscle Energy Technique and Eccentric Training on Popliteal Angle: Hamstring Flexibility in Indian Collegiate Males. *Serb J Sports Sci.* 2010:43-8.
45. Reeves ND, Maganaris CN, Longo S, Narici MV. Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Exp physiol.* 2009;94(7):825-33.
46. Sharifnezhad A, Marzilger R, Arampatzis A. Effects of load magnitude, muscle length and velocity during eccentric chronic loading on the longitudinal growth of the vastus lateralis muscle. *J Exp Biol.* 2014;217(15):2726-33.
47. Crill MT, Berlet G, Hyer C. Plantar Flexor Muscle Architecture Changes as a Result of Eccentric Exercise in Patients With Achilles Tendinosis. *Foot Ankle Spec.* 2014;7(6):460-5.
48. Potier T, Alexander C, Seynnes O. Effects of eccentric strength training on biceps femoris muscle architecture and knee joint range of movement. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105(6):939-44.
49. Kwah LK, Pinto RZ, Diong J, Herbert RD. Reliability and validity of ultrasound measurements of muscle fascicle length and pennation in humans: a systematic review. *J Appl Physiol.* 2013;114(6):761-9.
50. Noorkoiv M, Stavnsbo A, Aagaard P, Blazevich AJ. In vivo assessment of muscle fascicle length by extended field-of-view ultrasonography. *J Appl Physiol.* 2010;109(6):1974-9.

51. Aijaz SM, Hameed U, Quddus N. A comparative study on eccentric training using theraband and static stretching in improving triceps surae muscle flexibility. *Int J Sports Sci Eng.* 2011;5(3):155-62.
52. Blume C, Wang-Price S, Trudelle-Jackson E, Ortiz A. Comparison of eccentric and concentric exercise interventions in adults with subacromial impingement syndrome. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(4):441-55.
53. Codine P, Delleme Y, Denis-Laroque F, Herisson C. The use of low velocity submaximal eccentric contractions of the hamstring for recovery of full extension after total knee replacement: a randomized controlled study. *Isokinet Exerc Sci.* 2004;12(3):215-8.
54. Duclay J, Martin A, Duclay A, Cometti G, Pousson M. Behavior of fascicles and the myotendinous junction of human medial gastrocnemius following eccentric strength training. *Muscle Nerve.* 2009;39(6):819-27.
55. Ferreira DN, Labanca JL, Silva MF, Silva AF, dos Anjos MT, Pessoa CG, et al., editors. Analysis of the influence of static stretching and eccentric training on flexibility of hamstring muscles. *ISBS-Conference Proceedings Archive; 2007.*
56. Forman J, Geertsen L, Rogers ME. Effect of deep stripping massage alone or with eccentric resistance on hamstring length and strength. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(1):139-44.
57. Kaur G, Reza MK. Efficacy of Eccentric Training and Muscle Energy Technique on Hamstring Flexibility in Sedentary College Students. *Indian J Phys and Occup Ther.* 2013;7(3):93-7.
58. Kachanathu SJ, Nuhmani S, Chand D. Efficacy of Retrowalking Versus Passive Static Stretching on Hamstring Tightness And Balance in Young Collegiate Students. *Indian J Appl Res.* 2013;3(4, September - 2013):466-9.
59. Junior LAM, Bhering EL, Peixoto GHC, Bergamini JC, Menzel H-J, Pertence AE, et al., editors. Range of motion and stretch tolerance after eccentric strength training. *ISBS-Conference Proceedings Archive; 2007.*
60. Mahieu NN, Mcnair P, Cools A, D'Haen C, Vandermeulen K, Witvrouw E. Effect of eccentric training on the plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Med Sci Sports and Exerc.* 2008;40(1):117-23.
61. Patel PR, Yadav AO. Comparison of Static Stretching Versus Eccentric Training to Increase Flexibility of Hamstring Muscle in Healthy Hospital Nurses. *Indian J Phys and Occup Ther.* 2013;7(2):11-4.
62. Gupta R. Efficacy of eccentric training versus static stretching, in improving gastrocnemius muscle flexibility in male students. *Indian J Phys and Occup Ther.* 2008;2(4):29.
63. Ruslan N-H, Norman WMNW, Muhamad AS, Madzlan NH, editors. Effects of Eccentric Training Using Theraband on Hamstring Flexibility in Elderly. *Proceedings of the International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology 2014 (ICoSSEET 2014); 2014: Springer.*
64. Sambandam CE, Alagesan J, Shah S. Immediate Effect of Muscle Energy Technique and Eccentric Training on Hamstring Tightness of Healthy Female Volunteers-A Comparative Study. *Int J Current Res Rev.* 2011;03(09):122-6.
65. Grävare Silbernagel K, Thomeé R, Thomeé P, Karlsson J. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain – a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports.* 2001;11(4):197-206.

Bilagor

Bilaga 1. Sammanställning av exkluderade studier efter genomläsning av hela texten.

Författare	Ref.	R	T	E
Aijaz	(51)		X	X
Blume	(52)		<u>X</u>	
Codine	(53)		X	X
Crill	(47)	X	X	
Duclay	(54)		<u>X</u>	
Ferreira	(55)		<u>X</u>	
Forman	(56)		<u>X</u>	
Kaur	(57)			<u>X</u>
Kachanathu	(58)		X	X
Moreira	(59)		<u>X</u>	
Mahieu	(60)		<u>X</u>	
Orishimo	(16)		<u>X</u>	
Patel	(61)			<u>X</u>
Potier	(48)		<u>X</u>	
Reeves	(45)	X	X	
Ritesh	(62)		<u>X</u>	
Ruslan	(63)			<u>X</u>
Sambandam	(64)		X	X
Silbernagel	(65)	<u>X</u>		
Sharifnezhad	(46)	X	X	
Summa	20	4	16	7
Summa <u>X</u>		1	9	3

R: Inte mätt rörelseomfånget (ROM).

T: Inte gått 24 timmar eller mer efter sista interventionen till mätning, eller ingen uppgift funnen om när mätningarna gjorts.

E: Ingen uppgift om etiskt godkännande eller etisk diskussion.

X: Markerar studier med endast ett exklusionskriterie. Resterande studier har flera exklusionskriterier.

Bilaga 2. Mall för kvalitetsgranskning av randomiserade studier

REVIDERAD 2014

Granskningen av en studie gäller i första hand studiekvalitet, det vill säga risk för systematiska fel och risk för intressekonflikter (A). I den sammanvägda bedömningen av alla inkluderade studier enligt GRADE inkluderar man också studiernas överensstämmelse (B), överförbarhet (C), precision (D), publikationsbias (E), effektstorlek (F), dos-respons-samband (G) och sannolikhet att effekten är underskattad (H).

Författare: _____ År: _____ Artikelnummer: _____

Alternativet "oklart" används när uppgiften inte går att få fram från texten. Alternativet "ej tillämpligt" väljs när frågan inte är relevant. Specificera i kommentarsfältet.

A. Granskning av studiens begränsningar – eventuella systematiska fel (bias)	Ja	Nej	Oklart	Ej tillämpligt
A1. Selektionsbias				
a) Användes en lämplig randomiseringsmetod?				
b) Om studien har använt någon form av begränsning i randomiseringsprocessen (t ex block, strata, minimisering), är skälen till detta adekvata?				
c) Var grupperna sammansatta på ett tillräckligt likartat sätt?				
d) Om man har korrigerat för obalanser i baslinjevariabler, har det skett på ett adekvat sätt?				
Kommentarer:				
Bedömning av risk för selektionsbias:				
A2. Behandlingsbias				
a) Var studiedeltagarna blindade?				
b) Var behandlare/prövare blindade?				
c) Var följsamhet i grupperna acceptabel enligt tillförlitlig dokumentation?				
d) Har deltagarna i övrigt behandlats/exponerats på samma sätt bortsett från interventionen?				
Kommentarer:				
Bedömning av risk för behandlingsbias:				



STATENS BEREDNING FÖR
MEDICINSK UTVÄRDERING

MALL FÖR KVALITETSGRANSKNING AV RANDOMISERADE STUDIER

2:1