



Linköpings universitet
HÄLSOUNIVERSITETET

Effekt av kylbehandling på träningsvärk,
muskelflexibilitet, låromfång och styrka i m. quadriceps
femoris efter högintensiv, excentrisk träning.

- en experimentell studie

Sebastian Gustafsson, Emanuel Svensson

Examensarbete i Sjukgymnastik, 15 hp (grundnivå)
Vårterminen 2010 – Höstterminen 2010
Avd. för sjukgymnastik
Institutionen för Medicin och Hälsa

Handledare:
Namn: Sofi Tagesson
Med. Dr., Leg. Sjukgymnast
Avd. för Sjukgymnastik
Institutionen för Medicin och Hälsa (IMH)
Linköpings universitet

Examinator:
Namn: Martin Hägglund
Med. Dr., Leg. Sjukgymnast
Avd. för Sjukgymnastik
Institutionen för Medicin och Hälsa (IMH)
Linköpings universitet

Uppsatsen godkänd: 2011-01-05

Tack!

Vi vill rikta ett stort tack till alla medverkande i studien, till vår handledare Sofi Tagesson och till IB Medical AB som sponsrade med isbandage. Ni gjorde studien möjlig att genomföra!

Titel: Effekt av kylbehandling på träningsvärk, muskelflexibilitet, låromfång och styrka i m. quadriceps femoris efter högintensiv, excentrisk träning.

Författare: Sebastian Gustafsson och Emanuel Svensson, Sjukgymnastprogrammet, Hälsouniversitetet, Linköpings universitet

Handledare: Sofi Tagesson, Med Dr., Leg. Sjukgymnast, Avd. Sjukgymnastik, Institutionen för Medicin och Hälsa, Linköpings universitet

Sammanfattning

Bakgrund

Träningsvärk är ett vanligt förekommande fenomen som uppstår efter ovan, excentrisk eller högintensiv träning. Svullnad, muskelömheter, samt nedsatt muskelfunktion och ledrörlighet är symptom som är förknippade med träningsvärk. Det finns ett antal olika behandlingsmetoder för att lindra dessa symptom. För närvarande finns dock en diskrepans i litteraturen angående de olika behandlingarnas effekt.

Syfte

Syftet med studien var att undersöka hur ett kylbandage applicerat över m. quadriceps femoris direkt efter utförd träning påverkar muskelstyrka, knäledens rörlighet och upplevd träningsvärk 48 timmar efter träning.

Metod

Nitton personer rekryterades till studien. Vid första tillfället utvärderades låromfång, upplevd träningsvärk och m. quadriceps femoris flexibilitet med Ely's test. I en isokinetisk träningsmaskin mättes maximalt och genomsnittligt vridmoment vid 60°/s och 180°/s. Försökspersonerna genomgick ett styrketräningsprotokoll innehållande koncentrisk och excentrisk moment. Vänster m. quadriceps kylbehandlades sedan med kylbandage i 60 min. Fyrtioåtta timmar senare upprepades samtliga mätningar. Muskelflexibilitet, låromfång, muskelstyrka samt smärta användes som utvärderingsmått.

Resultat

Resultatet visade signifikant mindre upplevd träningsvärk i behandlat ben än i obehandlat vid aktiv knäextension. Det fanns en signifikant ökning av genomsnittligt vridmoment för obehandlat ben vid 180°/s. Ingen signifikant skillnad erhöles gällande knäledens rörlighet, upplevd träningsvärk vid Ely's test, eller skillnad i maximalt vridmoment och totalt utfört arbete.

Konklusion

Kylbandage som appliceras över m. quadriceps femoris direkt efter högintensiv träning kan eventuellt lindra upplevd träningsvärk, men minskar ej de relaterade funktionsnedsättningarna. Mot tidigare litteratur och diskrepansen i denna, är vidare forskning nödvändig för att fastställa kylbehandlingens effekter på träningsvärk.

Nyckelord

Kylbandage, delayed onset muscle soreness, kylbehandling

Title: Effect of cryotherapy on delayed onset muscle soreness, muscle flexibility, thigh circumference and strength in quadriceps femoris after high intensity, eccentric exercise.

Author: Sebastian Gustafsson and Emanuel Svensson, Physiotherapy Programme, Faculty of Health Sciences, Linköping University

Tutor: Sofi Tagesson, PhD, RPT, Division of Physiotherapy, Department of Medical and Health Sciences, Linköping University, Sweden

Abstract

Background

Delayed onset muscle soreness (DOMS) is common after unaccustomed, eccentric or high-intensity exercise. Swelling, soreness, impaired muscle function and joint mobility are associated with DOMS. There are several types of treatment strategies to relieve these symptoms. However, there is a discrepancy in the literature regarding the effect of these treatments.

Objective

The purpose was to investigate how a cold bandage applied on quadriceps femoris immediate after performed high-intensity exercise, affects strength, muscle flexibility and perceived DOMS 48 hours post-exercise.

Methods

Nineteen subjects were recruited. At the first occasion thigh circumference, Ely's test and DOMS were evaluated. Peak torque and average peak torque were measured with a training device at 60°/s and 180°/s. The participants underwent a strengthening exercise protocol consisting of concentric/eccentric components. The left quadriceps femoris was then treated with a cold bandage for 60 minutes. All tests were repeated 48 hours post-exercise. Muscle flexibility, thigh circumference, strength and perceived DOMS were evaluated.

Results

There was significantly less self-estimated DOMS in the treated leg compared to the untreated, during an active extension of the knee. There was a significant increase of the average peak torque in the untreated leg at 180°/s. No significant difference was obtained regarding muscle flexibility, self-estimated DOMS during Ely's test, peak torque or total work.

Conclusion

A cold bandage applied on quadriceps femoris after high-intensity exercise may be effective as treatment of self-estimated DOMS, but has no beneficial effect on the loss of function. Further research is required to establish the effect of the treatment strategy.

Keywords

Delayed onset muscle soreness, cold bandage, cold treatment

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	1
1.1 Inledning	1
1.3 Muskelarbete	1
1.4 Träningsvärk	1
1.4.1 Primär fas	2
1.4.2 Sekundär fas	2
1.5 Interventioner för att lindra träningsvärk	2
1.5.1 Muskeltöjning	3
1.5.2 Massage	3
1.5.3 Aktiv återhämtning	3
1.5.4 Transkutan elektrisk nervstimulering	3
1.5.5 Kryoterapi	3
2. Syfte	4
2.1 Hypotes	4
2.2 Frågeställningar	4
3. Metod	4
3.1 Design	4
3.2 Urval	4
3.2.1 Inklusions- och exklusionskriterier	4
3.3 Genomförande	5
3.3.1 Lokal	6
3.3.2 Mätinstrument	6
3.3.3 Genomförande av styrketräning	7
3.3.4 Intervention	8
3.5 Statistisk bearbetning	8
3.6 Etiska ställningstaganden	8
4. Resultat	9
4.1 Mätningar av låromfång	9
4.2 Mätningar med Ely's test	9
4.3 Självuppskattad träningsvärk under Ely's test samt vid extension av knäleden	10
4.4 Maximalt vridmoment, genomsnittligt maximalt vridmoment och totalt arbete	10
4.4.1 Mätningar vid hastigheten 60°/s	10
4.4.1 Mätningar vid hastigheten 180°/s	11
5. Diskussion	12
5.1 Metoddiskussion	12
5.1.1 Utvärdering av låromfång	12
5.1.2 Utvärdering av rörelseomfång	12
5.1.3 Uppvärmning	13
5.1.4 Mätningar i den isokinetiska träningsmaskinen	13
5.1.5 Träningsprotokoll	13
5.1.6 Utvärdering av träningsprotokoll	13
5.1.7 Utvärdering av smärta	14
5.1.7 Träningsvärk hos män respektive kvinnor	14
5.2 Resultatdiskussion	14
5.2.1 Låromfång	14
5.2.2 Ely's test	14
5.2.3 Självuppskattad träningsvärk under Ely's test, samt vid aktiv extension av knäleden	15
5.2.4 Mätningar av PT, APT och TW	15
5.2.5 Inlärningseffekt	15
6. Konklusion	15

7. Referenser	16
Bilaga 1 - Rekryteringsbrev	20
Bilaga 2 - Blankett om samtycke till deltagande i C-uppsatsstudie.....	23

1. Bakgrund

1.1 Inledning

Träningsvärk är ett vanligt förekommande fenomen efter excentrisk, högintensiv eller ovan träning. Rapporterade symptom vid träningsvärk är bland annat inflammation, ödem, värk samt nedsatt muskelfunktion och ledrörlighet. I litteraturen har det förekommit ett flertal sätt att försöka behandla de symptom som är associerade med träningsvärk. Kryoterapi används i stor omfattning vid behandling av muskelskador och tros även kunna vara effektiv vid behandling av träningsvärk. Det finns i litteraturen indicier som pekar på att cold water immersion (CWI), en form av kryoterapi där berörd extremitet sänks ner i kallt vatten, minskar de symptom som upplevs vid träningsvärk. I nuläget finns det dock en oenighet angående behandlingens effektivitet och det saknas även riktlinjer för hur behandlingen ska utföras. Författarna sökte att utreda effekten av kryoterapi samt studera en behandlingsmetod med kylbandage, som är mer lättillgänglig än CWI för individer som motionerar och tränar på måttlig träningsnivå.

1.2 Skelettmuskulaturens fysiologi

En skelettmuskel är till stor del uppbyggd av muskelceller. Dessa har under tidigt fosterstadium utvecklats från så kallade myoblaster. Myoblasterna utvecklas och sammanfogas under den efterföljande embryonala utvecklingen till långa, fiberliknande celler. Därav kommer namnet muskelfiber, som är synonymt med uttrycket muskelcell. Muskelfibrerna är uppbyggda av små cylinderformade myofibriller, vilka i sin tur är uppdelade i segment bestående av myosin- och aktinfilament. När en nervsignal från hjärnan når muskeln öppnas spänningskänsliga kanaler in till myofibrillen. Detta resulterar i en muskelkontraktion till följd av det plötsliga inflödet av Ca^{2+} i muskeln. När muskel kontraherar glider myosin- och aktinfilamenten längs med varandra. (1).

1.3 Muskelarbete

När aktin- och myosinfilamenten i en skelettmuskel glider längs med varandra och de så kallade sarkomererna aktivt förkortas, åstadkoms vad som kallas en koncentrisk kontraktion. Vid en sådan kontraktion förkortas muskeln genom att dess ursprung och fäste närmar sig varandra. Den motsatta rörelsen kan dock inte muskeln själv stå för, då en muskel inte kan sträckas aktivt. Muskellängden går dock, i avslappnat läge, att påverka med hjälp av yttre krafter eller andra muskler. Då en utsträckt muskel aktiveras, utvecklas en kraft i motsatt riktning till sträckningen. En sådan kraftutveckling är viktig för att bromsa rörelser och kallas excentrisk kontraktion. Då en muskel utvecklar en kraft utan förändring i muskellängd, benämns kontraktionen som isometrisk. (2)

1.4 Träningsvärk

Träningsvärk är ett vanligt förekommande fenomen som uppstår efter ovan, excentrisk eller högintensiv och koncentrisk träning (3-7). Utvecklingen av träningsvärk tenderar att ske inom de första 24 timmarna efter träningsmomentet, kulminera efter två till tre dagar och symptomen har rapporterats kunna kvarvara i flera dagar (3,5,6,8). Symptom som är förknippade med träningsvärk är bland andra inflammation (3,8,9), ödem, nedsatt muskelfunktion (3,5,8,9), nedsatt maximal muskelstyrka, värk i skadeområdet och muskelsenornas infästningar (3,10,11), samt nedsatt rörlighet i berörda leder (3,10).

Det finns i litteraturen flera orsaker till träningsvärk beskrivna. Dessa kan delas in i en primär och en sekundär fas, där den primära fasen innebär de initiala metabola och mekaniska

effekterna, som skadar muskulaturen vid träningen. Den sekundära fasen i sin tur innebär istället de påföljande effekterna som inflammationen i muskeln orsakar (12)

1.4.1 Primär fas

Det har föreslagits att de initiala effekterna av excentrisk träning kan delas in i metabola och mekaniska orsaker (12-14). Den metabola delen har föreslagits bero på ischemi eller hypoxi, till följd av långvarig träning. Ischemin tros orsaka förändringar i lokala jonkoncentrationer, en ökning av det metabola avfallet och en brist på adenosintrifosfat (ATP) i muskeln. Detta resulterar slutligen i en vävnadsskada (12). Vid hypoxi i vävnaden stoppas Na^+/K^+ -pumpen, vilket ökar den extracellulära koncentrationen av K^+ och depolariserar nociceptorerna och genom en ökad impulstrafik ger upphov till smärta (15). De metabola effekterna har dock på senare tid rapporterats som osannolika orsaker till träningsvärk inducerad av excentrisk träning, och tros istället vara begränsade till träningsvärk inducerad av långvarig träning (12,14,16).

Den mekaniska hypotesen pekar på att skadan är en direkt konsekvens av den mekaniska belastningen på myofibrillerna. Excentriska kontraktioner kan generera mer kraft än isometriska och koncentriska kontraktioner. Vid excentriskt arbete arbetar sarkomererna under ojämna förhållanden, vilket resulterar i att några av myofilamenten i muskeln sträcks ut och inte längre överlappar varandra inne i sarkomeren. Detta orsakar en större mekanisk belastning på de fibrer som fortfarande överlappar varandra (12). Den excentriska komponenten och den associerade mekaniska belastningen kan vara den huvudsakliga orsaken till skadan och ischemin tenderar då bara att ytterligare förvärra skadan från de excentriska kontraktionerna (12,17). De exakta bakomliggande mekanismerna till muskelskada som uppstår vid träning är dock inte helt klarlagda (5,8,12,13).

1.4.2 Sekundär fas

I litteraturen har en ökning av inflammatoriska markörer i blodet efter excentrisk träning iakttagits (7,18,19). Den sekundära fasen förvärrar muskelskadan genom de processer som är förknippade med en inflammation (12). Fasen initieras av en störning i den intracellulära Ca^{2+} -homeostasen, vilket leder till vidare skador på myofibrillerna i skelettmuskulaturen (20,21). Excentrisk träning hos råttor har visats leda till en försämring av membranintegritet och därmed en ökning av flödet av Ca^{2+} till den intracellulära miljön (22) och ett läckage av intramuskulära proteiner, vilket bidrar till att ytterligare förvärra den muskuloskelettala skadan (22,23). Det ökade läckaget av proteiner leder också till ödem på lokal nivå (15).

MacIntyre et al. studerade den anteriodistala delen av quadricepsmuskulaturen efter 300 excentriska kontraktioner av höger quadricepsmuskulatur. Det observerades att den neutrofila aktiviteten i den delen av muskeln var ökad upp till 6 timmar efter träningsmomentet. Det konkluderades att en signifikant ökad infiltration av inflammatoriska markörer är starkt relaterat till träningsvärk efter excentrisk träning (18). Fielding et al. observerade ett direkt samband mellan intramuskulära inflammatoriska markörer och tecken på muskelfiberskada (19). Det finns dock viss litteratur som pekar på att träningsvärk inte är relaterat till inflammation, utan istället är en effekt av muskelns adaptation till träningen och inte en muskelskada (7).

1.5 Interventioner för att lindra träningsvärk

Ett antal olika interventioner har tillämpats såväl preventivt som behandlande för att reducera de negativa effekter som följer träningsvärk (12). Några av de i litteraturen vanligast förekommande metoderna är beskrivna nedan.

1.5.1 Muskeltöjning

Muskeltöjningar har länge varit en frekvent använd metod i avsikten att lindra träningsvärk, preventivt såväl som behandlande. Det primära syftet med muskeltöjning är att öka range of motion (ROM) och detta kan uppnås genom ett flertal variationer av töjningar. Det finns dock inte samma grad av evidens för interventionen när det gäller lindrandet av träningsvärk. (5).

1.5.2 Massage

Hos elitidrottare förekommer en omfattande användning av behandling med massage, som tros minska ödem och smärta samt lindra träningsvärk, men även förbättra transporten av laktat från muskelns blodkärl genom ett ökat blodflöde. Studier visar dock att det endast är hudens genomblödning som ökar vid massage, och det har konstaterats att laktattransporten således inte ökar. (5,24)

1.5.3 Aktiv återhämtning

Aktiv återhämtning, det vill säga lättare aktivitet initialt efter träning, baseras framförallt på idén om en ökad transport av laktat. Flertalet studier har dock visat att det inte finns någon korrelation mellan återhämtning och laktatnivåer. Lätt fysisk aktivitet ökar muskelns genomblödning. Således tycks en aktiv återhämtning vara ett bättre alternativ än massage, såvida ett ökat blodflöde har någon effekt på återhämtningen (25). Dock är evidensen för en aktiv återhämtning för tillfället bristfälliga (5,12).

1.5.4 Transkutan elektrisk nervstimulering

Transkutan elektrisk nervstimulering (TENS) har använts vid flertalet olika muskuloskeletala problem. Det finns i litteraturen vissa indicier som pekar på att TENS har en god effekt vid behandling av träningsvärk. Howatson et al. menar dock att utrustningen som behövs för behandlingen är för dyr och svår för gemene man att hantera. Det finns för tillfället inte heller några kliniska riktlinjer för hur behandlingsmetoden ska tillämpas vid behandling av träningsvärk (12)

1.5.5 Kryoterapi

Kryoterapi innebär användandet av kyla som terapeutisk intervention (12,26). Hypotesen är att den minskade vävnadstemperaturen resulterar i en vasokonstriktion av lokala blodkärl, vilket således minskar det inflammatoriska svaret och ödemet som är förknippat med muskelskador (11). Behandlingsmetoden används under det akuta stadiet efter exempelvis ett trauma och föreslås minska de negativa effekterna av en akut muskelskada (12) och tros även vara lämplig som behandling för återhämtning efter träning (5,9). I teorin förbättras effekten av kryoterapi genom cold water immersion (CWI), det vill säga nedsänkning av aktuell extremitet i kallt vatten. Cold water immersion som behandling av träningsvärk är vanligt förekommande för idrottsutövare på elitnivå (18,27). Sellwood et al. drog från sin studie slutsatsen att CWI är ineffektiv vid behandlingen av flertalet olika parametrar såsom smärta, svullnad, funktion, maximal isometrisk styrka och nivån av kreatinkinas (11). Det finns en viss diskrepans i litteraturen angående behandlingens effektivitet och riktlinjer för hur behandlingen ska utföras (28).

Författarna ville vidare utreda huruvida kryoterapi är effektivt som behandlingsmetod för att lindra träningsvärk. Ett problem med CWI är enligt författarna att behandlingsmetoden är omständig och medlen som behövs för behandlingen skrymmande. Kryoterapi i form av ett kylbandage torde vara ett smidigare och mer lättillgängligt alternativ. Författarna har inte sett någon forskning om användandet av kylbandage vid träningsvärk.

2. Syfte

Syftet med studien var att undersöka hur kylbehandling med kylbandage applicerat över m. quadriceps muskelbukar direkt efter utförd koncentrisk och excentrisk träning av m. quadriceps påverkar muskelstyrka, låromfång, muskelflexibilitet och smärtupplevelse 48 timmar efter träning.

2.1 Hypotes

Kylbehandling kan i och med sin vasokonstriktiva effekt minska svullnad och upplevd smärta, samt förhindra minskad funktion hos individer som uppger att de har träningsvärk.

2.2 Frågeställningar

- Var det någon skillnad i smärtintensitet, mätt med VAS, mellan vänster (behandlat) och höger ben (obehandlat) 48 timmar efter träning?
- Var det någon skillnad i förändring av rörelseuttag vid Ely's test från tillfälle 1 till tillfälle 2 vid jämförelser mellan vänster (behandlat) och höger (obehandlat) ben?
- Var det någon skillnad i förändring av maximalt och genomsnittligt vridmoment samt totalt arbete vad gäller m. quadriceps femoris vid sittande benspark vid hastigheterna 60°/s samt 180°/s från tillfälle 1 till tillfälle 2 vid jämförelser mellan vänster (behandlat) och höger (obehandlat) ben?
- Var det någon skillnad i förändring av låromfång i liggande position, från tillfälle 1 till tillfälle 2 vid jämförelser mellan vänster (behandlat) och höger (obehandlat) ben?

3. Metod

3.1 Design

Studien var en experimentell studie i vilken individer genomgick tester och ett träningsmoment och sedan fick en intervention på enbart vänster ben i syfte att lindra träningsvärk. Det högra benet fungerade som kontroll. Testerna genomfördes åter vid tillfälle 2, 48 timmar senare. Skillnaden mellan tillfälle 1 och tillfälle 2 mätt i procent för respektive ben jämfördes sedan mellan höger och vänster ben. Kompletterande jämförelser utfördes också mellan höger och vänster ben vid tillfälle 1 och 2, samt jämförelser för respektive ben mellan tillfälle 1 och tillfälle 2.

3.2 Urval

Försökspersonerna i studien var alla studenter vid hälsouniversitetet i Linköping, eller personer med anknytning till dessa, och rekryterades via massmail genom Linköpings universitets mailsystem eller muntligt genom personlig kontakt. Urvalet till aktuell studie var ett bekvämlighetsurval. I det utskickade mailet (se bilaga 1, brev 3) beskrevs kort studiens upplägg och de inklusions- och exklusionskriterier (se nedan) som gällde. Till studien rekryterades 10 män och 9 kvinnor i åldrarna 21-31 år.

3.2.1 Inklusions- och exklusionskriterier

Inklusionskriterier:

- Tidigare erfarenhet av träningsvärk.

Exklusionskriterier:

- Träningsvärk i nedre extremitet vid första testtillfället.
- Skada eller sjukdom som innebär nedsatt förmåga att utföra maximalt muskelarbete med nedre extremiteter.
- Träning av nedre extremitet inom tre dagar före första mättillfället.

3.3 Genomförande

Studien fortlöpte under en period av tre dagar (se figur 1). Vid det första tillfället fick försökspersonerna muntlig och skriftlig information om studien, samt lämnade skriftligt samtycke till studien (bilaga 2). Efter dessa moment fick försökspersonerna svara på följande frågor, i syfte att verifiera inklusionskriterierna som även stod med i ett av de utskickade mailen (bilaga 1, brev 3) (Testledare 1):

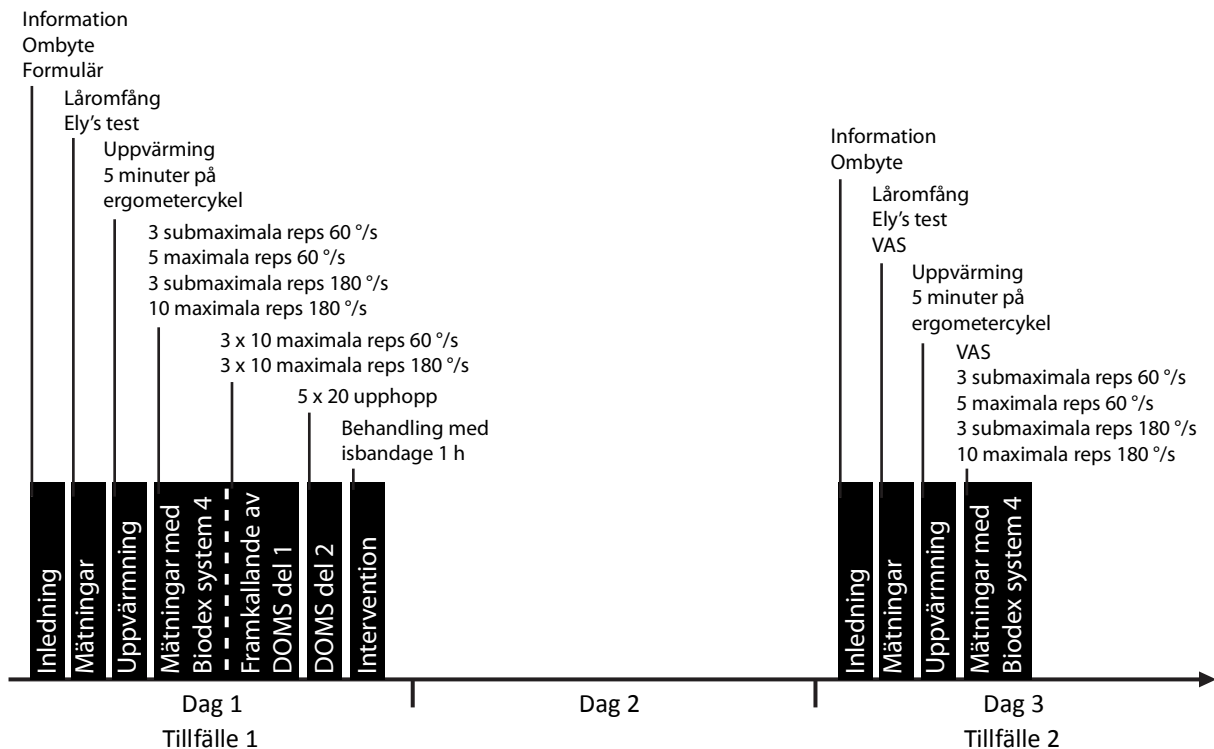
- Har du för tillfället några skador i något av benen?
- Har du tränat benen de senaste tre dagarna?
- Har du för tillfället någon träningsvärk i något av benen?

Det noterades vilket av benen som var dominant genom att försökspersonerna fick berätta vilket ben de sparkar boll med. Försökspersonerna erhöll varsin personlig kodsiffra. Innan styrkemätningarna utfördes gick försökspersonerna igenom de övriga mätningarna, som senare följdes av en fem minuter lång uppvärmning på en ergometercykel inställd på lägsta belastning (0 Newton) (Testledare 1).

Försökspersonerna genomförde direkt efter uppvärmningen styrkemätningar i den isokinetiska träningsmaskinen (Biodex™ System 4) samt träning i m. quadriceps femoris i form av koncentrisk och excentrisk kontraktion genom en bensparksövning (Testledare 1 och 2). Efter genomförd bensparksträning utförde försökspersonerna upphopp (Testledare 1)

Initialt efter träningen applicerades ett kylbandage över enbart det vänstra låret (Testledare 1). Försökspersonerna ombads att inte utföra någon ytterligare träning i nedre extremitet och att i övrigt återhämta sig som de brukar göra fram till nästa träff dag tre, 48 timmar efter träningstillfället. Vid detta avslutande tillfälle upprepades samtliga mätningar i samma ordning. Vid de isokinetiska styrkemätningarna vid tillfälle två började samtliga deltagare testerna med samma ben som vid tillfälle ett.

Under studiens två sammankomster var försökspersonerna iförda träningskläder i form av t-shirt och shorts. Deltagarna var barfota eller hade strumpor under testtillfället. Då upphoppen utfördes var deltagarna iförda idrottsskor.



Figur 1. Schematisk bild över studiens upplägg.

3.3.1 Lokal

Alla mätningar, genomgång av upplägg och information och träning genomfördes i det rörelsevetenskapliga laboratoriet på Linköpings universitetssjukhus. Laboratoriet var utrustat med en isokinetisk tränings- och mätmaskin (Biodex system 4) samt en ergometercykel, brits och nedan beskrivna utvärderingsinstrument.

3.3.2 Mätinstrument

Varje utvärderingsinstrument är nedan beskrivet mer noggrant och enskilt i den kronologiska ordning i vilka de utfördes.

3.3.2.1 Låromfång

Då försökspersonen låg i ryggliggande på en brits drogs en linje mellan spina iliaca anterior superior (SIAS) och basen på patella. Den ena mätpunkten var i mitten på denna linje, där m. rectus femoris muskelbuk förmodas vara som störst och den andra mätpunkten var 10 cm kranieellt om basen av patella, ca 5 cm ovanför övergången mellan muskel och patellarsena (11). Mätpunkterna markerades med spritpenna vid första måttillfället och användes som mätpunkter även vid måttillfälle två. Omkretsen mättes med måttband och angavs i centimeter med en noggrannhet på 0,5 cm (Testledare 1). Författarna har i litteraturen inte sett någon reliabilitetstestning vad gäller måttbandets felmarginal.

3.3.2.2 Muskelflexibilitet

Vid mätningar av rörelseomfång med Ely's test, användes en standardiserad goniometer. Försökspersonerna låg på en brits i magläge och testledare 1 utförde en passiv maximal flexion av knäleden, varpå rörelseomfånget noterades med hjälp av goniometern. Mätningen utfördes på båda benen var för sig. Referenspunkterna vid mätningen var femurs respektive fibulas längsriktning (29). Att mäta rörligheten i knäleden med en goniometer har visat sig vara en valid metod för just detta ändamål (29). Likaså har både inter- och

intrabedömarreliabiliteten för utvärderingsinstrumentet visat sig vara hög (32). Det finns endast moderat stöd för reliabiliteten för Ely's test (34).

3.3.2.3 Upplevd träningsvärk

Under andra mättillfället fick försökspersonerna gradera sin upplevelse av träningsvärk genom att muntligt uppge en siffra mellan 0 och 10, där 0 representerar "ingen träningsvärk" och 10 "värsta tänkbara träningsvärk". Träningsvärk mättes med VAS och försökspersonerna ombads värdera den enskilt för varje lår, under två olika aktiviteter. Försökspersonerna uppmanades att skatta sin träningsvärk under Ely's test, då maximalt passivt rörelseuttag togs ut i knäleden (Testledare 1), samt vid kalibreringen av Biodex system 4, då försökspersonen satt med 90° flexion i höfter och utförde en aktiv maximal extension av knäleden från 90° knäflexion till 0° knäflexion. (Testledare 2). Författarna har inte sett någon validitetstestning av VAS vid träningsvärk.

3.3.2.4 Styrkemätningar

Efter genomförd uppvärmning fick försökspersonerna en muntlig genomgång av den isokinetiska maskinen och förfarandet av den träningen som skulle genomföras (Testledare 2). Därpå ställdes maskinen in efter aktuell försöksperson enligt manualen för Biodex system 4. Rörelseomfånget ställdes för aktuell knäled in på 0°-90°. Styrkemättningsprotokollet genomfördes sedan och bestod av enbart koncentriska kontraktioner av hamstringsmuskulaturen och m. quadriceps femoris (Testledare 1 och 2). Mätningarna utfördes vid 60°/s, samt 180°/s. Försökspersonerna instruerades i att göra 3 submaximala kontraktioner och sedan med maximal kraft extendera knäleden och med maximal kraft flektera knäleden. Försökspersonerna utförde 5 maximala kontraktioner vid 60°/s och 10 maximala kontraktioner vid 180°/s. Mellan testen vid de olika hastigheterna fick försökspersonerna vila i 30 sekunder. Försökspersonerna fick vila ca två minuter eftermätningarna, innan styrketräningen genomfördes. Biodex™ System 3 har visat sig ha en hög reliabilitet för isokinetiska mätdata (40).

3.3.3 Genomförande av styrketräning

Den del av träningen som genomfördes i Biodex system 4 bestod av koncentriska och excentriska kontraktioner av m. quadriceps. Innan styrketräningen utfördes räknade testledare 2 ut den förmodade excentrisk kapaciteten för aktuell muskel och la in detta värde som en spärr i maskinens mjukvara. Spärren sattes till 120% av det koncentriska maxvärdet för ett repetitionsmaximum mätt i newtonmeter. Försökspersonerna utförde 30 (3 set á 10 repetitioner) isokinetiska bensparkar vid 60°/s följt av 30 (3 set á 10 repetitioner) isokinetiska bensparkar vid 180°/s. Instruktionerna som försökspersonerna erhöll (Testledare 2) var att endast arbeta med m. quadriceps, att sparka upp benet med maximal kraft då knäleden extenderades (koncentriskt arbete) och sedan hålla emot med maximal kraft då maskinen flekterade knäleden (excentriskt arbete). När det excentrisk arbetet översteg spärren i maskinens mjukvara avbröts rörelsen och försökspersonen blev tvingad att utföra arbetet med mindre kraft. Mellan varje set vilade försökspersonerna i 15 sekunder. Återstående del av träningen bestod av 100 upphopp (5 set á 20 repetitioner). Försökspersonerna vilade 1 minut innan upphoppen och erhöll då verbala och visuella instruktioner om hur upphoppen skulle utföras (Testledare 1). Instruktionerna var att försökspersonerna skulle hålla händerna i midjan, böja i knäleden till minst 90° och sedan hoppa rakt upp så högt som möjligt. Mellan varje set vilade försökspersonerna 15 sekunder. Försökspersonerna fick under tiden mätningarna i maskinen utfördes och under upphoppen verbal uppmuntran.

3.3.4 Intervention

Direkt efter genomförd träning fick varje försöksperson unilateral kylbehandling av vänster m. quadriceps. Ett kylbandage (IceBand® Knee, IB Medical AB), applicerades över det vänstra låret. Vid applicerandet av kylbandaget (Testledare 1) användes inga specifika referenspunkter. Testledare 1 kontrollerade att kylbandaget satt med den nedre kanten kraniellt om patella. Försökspersonerna behöll kylbandaget på under 60 minuter och fick instruktioner om att de fick gå eller cykla hem, men i övrigt skulle utföra så lite fysisk aktivitet som möjligt under tiden isbandaget satt på. Alla försökspersoner erhöll varsitt eget kylbandage.

3.5 Statistisk bearbetning

Alla data från protokollen fördes över manuellt till programmet Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 17 för Windows. I SPSS gjordes alla analytiska beräkningar. Alla variabler var normalfördelade, och för deskriptiva data togs därför medelvärde och standardavvikelse (SD) fram. För att påvisa statistisk signifikans användes parat *t*-test. Signifikansnivån sattes till 5% ($p \leq 0.05$).

Den procentuella differensen från tillfälle 1 till tillfälle 2 mellan höger och vänster ben fastställdes genom division av medelvärdet för tillfälle 2 och medelvärdet för tillfälle 1. Denna differens behandlades sedan på samma sätt som övriga normalfördelade variabler genom analys med parat *t*-test.

3.6 Etiska ställningstaganden

Deltagarna fick information om skaderisk, samt lämnade skriftligt samtycke till studien. De informerades också om att de när som helst fick avbryta studien utan att behöva uppge någon specifik anledning. Innan studiens början skrevs ett kontrakt med IB Medical AB, vilket reglerade respektive parts rättigheter och skyldigheter. I kontraktet framgick att författarna har upphovsrätt till uppsatsen och all data. Studien genomfördes oberoende av IB Medical AB.

4. Resultat

I studien deltog totalt 19 försökspersoner. Av dessa var 10 män och 9 kvinnor. Alla försökspersoner slutförde samtliga moment i studien, således förelåg inga bortfall. Försökspersonernas genomsnittsalder var 24 år, med en standarddeviation (SD) på 3 år.

4.1 Mätningar av låromfång

Vid mätning av låromfång på avståndet 10 cm kraniellt om basis patellae (låromfång 1) förelåg ingen signifikant skillnad mellan benen vid tillfälle 1 (tabell 1). Inte heller vid tillfälle 2 har någon signifikant skillnad mellan benen påvisats (tabell 1).

Vid mätningarna där låret antogs vara som störst (låromfång 2) förelåg signifikant skillnad mellan benen vid tillfälle 1 (tabell 1). Det var ingen signifikant för låromfång 2 mellan benen vid tillfälle 2 (tabell 1).

Tabell 1. Medelvärde (medel) och standarddeviation (SD) för höger och vänster ben vid tillfälle 1 och 2, samt signifikansvärdet för skillnaden mellan vänster och höger ben (p -värde) vid tillfälle 1 och 2, för det uppmätta låromfånget mätt i centimeter (cm).

Variabel	Tillfälle 1				p -värde	Tillfälle 2				p -värde
	Höger ben		Vänster ben*			Höger ben		Vänster ben*		
	Medel	SD	Medel	SD		Medel	SD	Medel	SD	
Låromfång 1	47,9	2,5	48,0	2,5	0.828	48,7	2,6	48,5	2,7	0.476
Låromfång 2	58,1	2,7	57,7	2,9	0.028	58,6	2,8	58,5	3,1	0.554

* Vänster ben fick kylbehandling vid tillfälle 1

Vid jämförelser av benen var för sig mellan tillfälle 1 och 2 återfanns en signifikant ökning för både höger och vänster ben vid båda mätställena. Mellan tillfälle 1 och 2 blev den uppmätta skillnaden för mätställe 1 signifikant för höger och vänster ben ($p = 0.001$ respektive $p = 0.006$). Samma analys för mätställe 2 gav signifikant skillnad för höger och vänster ben ($p = 0.003$ respektive $p < 0.001$).

Vid jämförelser av skillnaden (mätt i procent) från tillfälle 1 till tillfälle 2, mellan de två benen på mätställe 1, återfanns ingen signifikant skillnad ($p = 0.345$). Vid samma analys för mätställe 2 återfanns ingen signifikant skillnad ($p = 0.100$).

4.2 Mätningar med Ely's test

Ingen signifikant skillnad vad gäller rörelseomfång kunde ses mellan höger och vänster ben vid tillfälle 1 (tabell 2). Vid tillfälle 2 återfanns ingen signifikant skillnad mellan benen (tabell 2).

Tabell 2. Medelvärde (medel) och standarddeviation (SD) för höger och vänster ben vid tillfälle 1 och 2, samt signifikansvärdet för skillnaden mellan vänster och höger ben (p -värde) vid tillfälle 1 och 2, för Ely's test mätt i grader (°).

Mätning	Tillfälle 1				p -värde	Tillfälle 2				p -värde
	Höger ben		Vänster ben*			Höger ben		Vänster ben*		
	Medel	SD	Medel	SD		Medel	SD	Medel	SD	
Ely's test	140	6,9	140	6,3	0.578	142	5,5	141	4,9	0.749

* Vänster ben fick kylbehandling vid tillfälle 1

Vid jämförelser av skillnaden i rörelseomfång (mätt i procent) mellan tillfälle 1 och 2, mellan de två benen, återfanns ingen signifikant skillnad ($p = 0.942$).

4.3 Självuppskattad träningsvärk under Ely's test samt vid extension av knäleden

Ingen signifikant skillnad mellan benen vad gäller självuppskattad träningsvärk under Ely's test vid tillfälle 2 kunde iakttas (tabell 3). Signifikant skillnad mellan benen återfanns vid jämförelser av självuppskattad träningsvärk under aktiv maximal knäextension vid tillfälle 2 (tabell 3), med fördel för vänster (behandlat) ben.

Tabell 3. Medelvärde (medel) och standarddeviation (SD) för höger och vänster ben vid tillfälle 2, samt signifikansvärdet för skillnaden mellan vänster och höger ben (p -värde) vid tillfälle 2, För självskattad träningsvärk under Ely's test och vid aktiv maximal knäextension

Mätning	Höger ben		Vänster ben*		p -värde
	Medel	SD	Medel	SD	
Ely's test	4,6	2,5	3,7	2,9	0.142
Knäextension	5,0	1,8	3,3	2,0	< 0.001

* Vänster ben fick kylbehandling vid tillfälle 1

4.4 Maximalt vridmoment, genomsnittligt maximalt vridmoment och totalt arbete

4.4.1 Mätningar vid hastigheten 60°/s

Ingen signifikant skillnad påträffades vid jämförelser av maximalt vridmoment (PT) mellan höger och vänster ben, varken vid tillfälle 1 eller 2 (tabell 4).

Ingen signifikant skillnad påträffades vid jämförelser av genomsnittligt maximalt vridmoment (APT) mellan höger och vänster ben, varken vid tillfälle 1 eller 2 (tabell 4).

Ingen signifikant skillnad påträffades vid jämförelser av totalt utfört arbete (TW) mellan höger och vänster ben, varken vid tillfälle 1 eller 2 (tabell 4).

Tabell 4. Medelvärde (medel) och standarddeviation (SD) för höger och vänster ben vid tillfälle 1 och 2, samt signifikansvärdet för skillnaden mellan vänster och höger ben (p -värde) vid tillfälle 1 och 2, för maximalt (PT) och genomsnittligt vridmoment (APT) mätt i newtonmeter (Nm) samt totalt arbete (TW) mätt i joule (J), vid hastigheten 60°/s.

Variabel	Tillfälle 1				p -värde	Tillfälle 2				p -värde
	Höger ben		Vänster ben*			Höger ben		Vänster ben*		
	Medel	SD	Medel	SD		Medel	SD	Medel	SD	
PT	192,5	59,7	195,0	49,2	0.656	173,2	57,8	182,0	54,1	0.062
AT	176,0	57,0	180,2	42,8	0.458	161,0	52,8	163,3	51,4	0.712
TW	879,7	274,9	911,0	224,8	0.3	810,2	267,7	859,3	245,5	0.161

* Vänster ben fick kylbehandling vid tillfälle 1

Vid analys av skillnaden i PT, APT och TW (mätt i procent) mellan tillfälle 1 och 2, mellan de två benen, återfanns ingen signifikans (tabell 5).

Tabell 5. Signifikansvärde (p -värde) för jämförelser av skillnaden för respektive ben mellan tillfälle 1 och tillfälle 2, vad gäller maximalt (PT) och genomsnittligt vridmoment (APT) samt totalt arbete (TW) vid hastigheten 60°/s.

Variabel (tillfälle 2 / tillfälle 1) (%)	Höger ben		Vänster ben*		p -värde
	Medel	SD	Medel	SD	
PT	92,4	25,1	94,2	20,0	0.567
APT	95,8	31,8	91,2	21,6	0.358
TW	96,1	32,3	95,3	17,3	0.883

* Vänster ben fick kylbehandling vid tillfälle 1

4.4.1 Mätningar vid hastigheten 180°/s

Ingen signifikant skillnad påträffades vid jämförelser av maximalt vridmoment (PT) mellan höger och vänster ben, varken vid tillfälle 1 eller 2 (tabell 6).

Ingen signifikant skillnad påträffades vid jämförelser av APT mellan höger och vänster ben vid tillfälle 2 (tabell 6). Vid analys av skillnaden för APT mellan höger och vänster ben vid tillfälle 1 fanns signifikant skillnad (tabell 6).

Ingen signifikant skillnad påträffades vid jämförelser av TW mellan höger och vänster ben vid tillfälle 2 (tabell 6). Vid analys av skillnaden för TW mellan höger vänster ben vid tillfälle 1 fanns signifikant skillnad (tabell 6).

Tabell 6. Medelvärde (medel) och standarddeviation (SD) för höger och vänster ben vid tillfälle 1 och 2, samt signifikansvärdet för skillnaden mellan vänster och höger ben (p -värde) vid tillfälle 1 och 2, för maximalt (PK) och genomsnittligt vridmoment (APK) mätt i newtonmeter (Nm) samt totalt arbete (TW) mätt i joule (J), vid hastigheten 180°/s.

Variabel	Tillfälle 1				p -värde	Tillfälle 2				p -värde
	Höger ben		Vänster ben*			Höger ben		Vänster ben*		
	Medel	SD	Medel	SD		Medel	SD	Medel	SD	
PT	131,9	40,5	136,2	39,3	0.301	132,3	42,0	133,5	37,6	0.601
APT	114,0	37,3	121,4	37,1	0.006	120,4	38,0	120,0	34,1	0.886
TW	1250,9	395,0	1364,0	400,2	0.002	1320,2	422,2	1369,1	357,6	0.079

* Vänster ben fick kylbehandling vid tillfälle 1

Vid analys av skillnaden i PT och TW (mätt i procent) från tillfälle 1 till tillfälle 2, mellan de två benen, återfanns ingen signifikans (tabell 7). Skillnaden för APT från tillfälle 1 till tillfälle 2 mellan de två benen var dock signifikant (tabell 7).

Tabell 7. Signifikansvärde (p -värde) för jämförelser av skillnaden för respektive ben mellan tillfälle 1 och tillfälle 2, vad gäller maximalt (PT) och genomsnittligt vridmoment (APT) samt totalt arbete (TW) vid hastigheten 180°/s

Variabel (tillfälle 2 / tillfälle 1) (%)	Höger ben		Vänster ben*		p -värde
	Medel	SD	Medel	SD	
PT	102,4	24,4	99,0	12,5	0.409
APT	109,0	26,2	100,5	14,8	0.032
TW	108,8	27,4	102,7	16,3	0.132

* Vänster ben fick kylbehandling vid tillfälle 1

5. Diskussion

5.1 Metoddiskussion

Syftet med studien var att utreda effekterna av kryoterapi i form av ett isbandage, och dess lämplighet som preventiv behandlingsform mot negativa effekter förknippade med träningsvärk. Effekterna av kryoterapi har tidigare studerats, bland annat genom användandet av CWI, men författarna har inte hittat någon litteratur i vilken effekterna av kryoterapi i form av ett isbandage har utretts. I litteraturen efterfrågas mer forskning inom området, framför allt med avseende på vilken kyla och duration som ska tillämpas vid behandlingen (26). Författarna ansåg det därför vara relevant att utföra en experimentell studie med fokus på kryoterapi, och då särskilt genom användandet av ett isbandage.

Samtliga mätningar, kalibreringar och förfaranden genomfördes enligt det i förväg uppsatta protokollet, vilket innebär att författarna i egenskap av testledare alltid utförde samma återkommande uppgifter under träffarna med försökspersonerna. Detta för att öka interbedömarreliabiliteten. För att yttermera förbättra metoden skulle externa, blindade kollegor kunnat genomföra mätningarna, för att på så sätt försöka motverka eventuell bias.

I aktuell studie behandlades vänster ben med kylbandage på alla deltagare. En randomisering av ben för behandling hade också ökat den metodologiska kvaliteten. En svaghet med studien är att författarna inte kontrollerade följsamheten till behandlingen eller de aktiviteter som försökspersonerna genomförde under studieperioden.

Deltagarna i studien visste inte i förväg om att de skulle få behålla isbandaget. Detta för att undvika att deltagare som rekryterades till studien skulle ställa upp enbart på grund av att de fick en gåva, vilket eventuellt skulle kunna påverka resultatet.

5.1.1 Utvärdering av låromfång

Då träningsvärk är starkt relaterat till svullnad (3,8,9) mättes omkretsen för båda lår. För att erhålla en god intrabedömarreliabilitet markerades mätpunkterna på låret med spritpenna, så att samma mätpunkter kunde användas vid båda mättillfällena. Författarna har i litteraturen inte sett någon reliabilitetstestning vad gäller måttbandets felmarginal. Således kan inget uttalande göras angående måttbandet som mätmetod.

5.1.2 Utvärdering av rörelseomfång

Att mäta rörligheten i knäleden med en goniometer har visat sig vara en valid metod för just detta ändamål (29). Likaså har både inter- och intrabedömarreliabiliteten för utvärderingsinstrumentet visat sig vara hög (32). Dock verkar intrabedömarreliabiliteten vara något högre än interbedömarreliabiliteten (33).

Ely's test är ett vanligt förekommande ortopediskt test vid mätning av m. rectus femoris-flexibilitet och rörlighet i knäleden, men trots detta finns det endast moderat vetenskapligt stöd för dess reliabilitet. I en av de få studier som har mätt instrumentets reliabilitet påstås minimidifferensen mellan två separata mättillfällen behöva överstiga minst 11 grader för att bedömas som reell. (34) Ely's test valdes som utvärderingsinstrument för att längden på hela m. quadriceps skulle kunna utvärderas. Vid enbart en knäflexion utan samtidig extension i höftleden skulle längden på m. rectus femoris försummas.

5.1.3 Uppvärmning

I tidigare studier har cykling (ergometercykel) använts som uppvärmning inför mätningar i en isokinetisk maskin (35-38). Olika stor belastning och duration har använts. Författarna ansåg 5 minuter var tillräckligt lång tid för uppvärmning, i enlighet med Krishnan et al. och Portes et al (35,39). Författarna sökte ej att trötta ut försökspersonerna innan den träningsvärksframkallande träningen och valde således att ställa in cykeln på lägsta möjliga belastning under uppvärmningen. Denna typ av uppvärmning och inställningar har genomförts i tidigare studier (35).

5.1.4 Mätningar i den isokinetiska träningsmaskinen

Lund et al har reliabilitetstestat Biodex system 3 som isokinetiskt mätinstrument. Det konkluderades att den isokinetiska mätdata som erhöles från Biodex™ System 3 har en hög reliabilitet. (40)

Hastigheterna 60 och 180°/s som användes under mätningarna och framkallandet av träningsvärk är vanligt förekommande i litteratur där isokinetisk testning berörs. Vanligtvis testas försökspersonerna med den lägsta hastigheten först (37,39,41,42). Innan de faktiska mätningarna börjar utförs ofta provrepetitioner. I flera artiklar användes ett protokoll med 3 submaximala provrepetitioner som testpersonerna utförde en gång för respektive hastighet, innan mätningarna tog vid (35,37).

Till grund för testprotokollet låg flera olika protokoll. Fem maximala kontraktioner, som utfördes koncentriskt i både flexion och extension vid 60°/s, har använts tidigare i litteraturen (37,38). För den snabbare hastigheten 180°/s rekommenderas fler repetitioner. Författarna utgick från testprotokollet i manualen för Biodex system 4. Viloperioden mellan de olika hastigheterna sattes till 30 sekunder (39,41).

5.1.5 Träningsprotokoll

Upprepade gånger i litteraturen har forskare använt sig av benspark i syfte att framkalla träningsvärk (11,18). Vidare har antalet repetitioner i nästan samtliga påfunna studier varit 10 stycken per set (4,11,18,43). Däremot har antalet set varierat, från 3 till 6 (4,11,18,43,44). Författarna valde att utföra 6 set á 10 repetitioner (4) Warren et al. menar att framkallandet av träningsvärk bör ske på liknande sätt som styrketesterna (23). Därav ansåg författarna det vara lämpligt att då använda sig av 3 set á 10 repetitioner vid 60°/s och 3 set á 10 repetitioner vid 180°/s. För att säkerställa att försökspersonerna verkligen erhöles träningsvärk lades även 100 upphopp till i träningsprotokollet. Detta har visat sig vara ett effektivt sätt att framkalla träningsvärk (45).

Under både mätningarna och träningsmomentet använde testledarna verbal uppmuntran, som i tidigare litteratur har visat sig öka prestationsförmågan vid mätning med isokinetisk mätutrustning (46).

5.1.6 Utvärdering av träningsprotokoll

Alla försökspersoner som ingick i studien erhöles träningsvärk efter utförandet av träningsprotokollet, vilket visar att detta var effektivt i syfte att framkalla träningsvärk. Författarna anser därför att träningsprotokollet kan användas i framtida studier som behandlar ämnet.

5.1.7 Utvärdering av smärta

Användandet av VAS och en Likertska för att bedöma träningsvärk har studerats. Det har då rapporterats att VAS är känsligare för förändringar i upplevelse av smärta. Vickers et al. har undersökt otränade/inaktiva personers upplevelse av träningsvärk (47). Det kan antas att dessa individer inte har någon stor erfarenhet av träningsvärk. En nackdel med VAS kan således vara en svårighet att gradera ömheten i förhållande till uttrycken ”ingen smärta” och ”värsta tänkbara smärta” (48). I aktuell studie har författarna undersökt individer med tidigare erfarenhet av träningsvärk, varför författarna valde att använda sig av VAS för att utvärdera ömheten. Författarna har inte sett någon validitetstestning av VAS vid träningsvärk. Dock är VAS det instrument som tycks förekomma mest i litteratur som behandlar upplevd träningsvärk (10,11,43,49).

5.1.7 Träningsvärk hos män respektive kvinnor

Könsskillnader gällande träningsvärk har tidigare rapporterats hos såväl människor som djur. Stupka et al. har låtit åtta kvinnor och åtta män genomföra tung excentrisk träning (120% av 1 RM). Resultaten visade att könsskillnaderna i effekten av träningsvärk inte beror på skadorna som uppkommer på sarkomererna, utan är en följd av det inflammatoriska svaret. Kvinnor visade sig ha ett mindre uttalat inflammatoriskt svar trots att det förelåg samma mekaniska skada. (44) Behandlingen i denna studie baserades på inflammationsdämpning genom kyla. Vid ett lågt inflammatoriskt svar kan därför behandlingen ha misslyckats. Således skulle ingen signifikansnivå uppnås om behandlingen på grund av dessa könsskillnader fungerar på män men ej kvinnor.

Flertalet studier har dock visat att det inte föreligger några könsskillnader i relativ maximal isometrisk styrka efter repetitiva maximala excentriska kontraktioner. I en studie visades att kvinnor erhöll en större relativ styrkeförlust direkt efter träningen. I litteraturen har också studier visat att återhämtningen av styrka efter excentrisk träning inte skiljer sig mellan män och kvinnor. I studier som bedömt träningsvärk har det inte observerats några könsskillnader eller signifikanta associationer till östrogennivåer. Dock har det i en studie rapporterats skillnader mellan män och kvinnor gällande träningsvärk. Men då har denna studie bara studerat de första 24 timmarna efter träningen. (44) Då bör beaktas att träningsvärk når sin kulmen efter 48-72 h (3,5,8,44). Det hade varit intressant att studera eventuella könsskillnader i aktuell studie, men på grund av att studiematerialet inte var större, så valde författarna att inte göra någon sådan analys.

5.2 Resultatdiskussion

5.2.1 Låromfång

Utifrån resultatet kan det konstateras att låromfånget har ökat signifikant från tillfälle 1 till tillfälle 2. Det förelåg dock inga signifikanta skillnader i förändring av låromfång mellan behandlat och obehandlat ben. Författarna kan således dra slutsatsen att kylbehandling med isbandage på m. quadriceps femoris initialt efter ett träningsmoment inte har någon effekt på träningsvärk vad gäller minskad svullnad.

5.2.2 Ely's test

Ingen signifikant skillnad från tillfälle 1 till tillfälle 2 mellan behandlat och obehandlat ben i förändring av rectus femoris flexibilitet vid Ely's test erhöles. Resultatet visar att kylbehandlingen i den här studien inte hade någon effekt på knäledens rörlighet.

5.2.3 Självuppskattad träningsvärk under Ely's test, samt vid aktiv extension av knäleden

Signifikant skillnad av VAS mellan behandlat och obehandlat ben erhöles endast vid aktiv extension av knäleden. Vid Ely's test sågs en tendens mot ett lägre VAS-värde för behandlat ben jämfört med obehandlat ben vid tillfälle 2. Skillnaden var dock ej signifikant. Detta menar författarna kan bero på ett för litet studiematerial.

5.2.4 Mätningar av PT, APT och TW

Det erhöles ingen signifikans gällande någon av parametrarna PT, APT eller TW vid jämförelser av skillnad från tillfälle 1 till tillfälle 2 mellan behandlat och obehandlat ben, vid hastigheten 60°/s. Vid 180°/s var resultaten inkonsekventa. Den signifikanta skillnaden för förändring av APT i procent från tillfälle 1 till tillfälle 2 mellan behandlat och obehandlat ben beror på en större ökning av APT-medelvärdet från tillfälle 1 till tillfälle 2 för obehandlat ben (6,4 Nm) än i behandlat ben där APT-medelvärdet minskade med 1,4 Nm. Det förelåg ingen signifikant skillnad av PT eller TW från tillfälle 1 till tillfälle 2 vid jämförelser mellan behandlat och obehandlat ben. Författarna kan utifrån detta dra slutsatsen att kylbehandling av m. quadriceps femoris initialt efter ett träningsmoment inte minskar funktionsförlusten relaterad till träningsvärk. Det finns dock en tendens mot att kylbehandling av m. quadriceps initialt efter ett träningsmoment kan öka funktionsförlusten som är relaterad till träningsvärk.

5.2.5 Inläringseffekt

Flera av försökspersonerna visade förbättringar i styrka vid mättillfälle två. En anledning till detta kan vara en eventuell inläringseffekt för det specifika momentet som utfördes i biodexmaskinen. Julia et al. undersökte interbedömarreliabiliteten för mätningar av maximalt vridmoment i höftens extensor- och flexormuskulatur. Testerna genomfördes i en isokinetisk dynamometer, vid tre olika tillfällen, åtskilda med sju dagar. Det noterades då att en övervägande del av försökspersonerna lyckades utveckla ett större vridmoment vid mättillfälle 2, i jämförelse med mättillfälle 1. Det diskuterades att en möjlig orsak till resultatet var att det föreligger en inläringseffekt som påverkade resultatet vid mättillfälle 2 (31). Det finns dock studier som visar att inläringseffekten inte har någon inverkan på isokinetiska styrkemätningar. Lund et al. studerade inläringseffektens inverkan på isokinetiska mätningar. Det konkluderades att med en noggrann procedur och korrekta instruktioner, så föreligger det ingen inläringseffekt vid isokinetiska mätningar med Biodex system 3 (40).

Huruvida en inläringseffekt har påverkat resultatet i aktuell studie är svårt att svara på, både med avseende på skillnader mellan det ben som försökspersonen började respektive avslutade mätningarna med och mellan tillfälle 1 och 2. En eventuell inläringseffekt är att betrakta som en möjlig felkälla. Dock har jämförelser gjorts från tillfälle 1 till tillfälle 2 för respektive ben. Således torde inläringseffekten vara lika stor för båda benen.

6. Konklusion

Kylbehandling i form av kylbandage som appliceras över m. quadriceps femoris direkt efter högintensiv koncentrisk och excentrisk träning kan eventuellt lindra upplevd träningsvärk, men motverkar ej nedsatt genomsnittligt maximalt vridmoment, maximalt vridmoment, totalt utfört arbete och rörelseförmåga, samt minskar ej svullnad. Mot tidigare litteratur och den diskrepans som råder i denna är vidare forskning nödvändig för att fastställa kylbehandlingens effekter på träningsvärk.

7. Referenser

- (1) Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Neuroscience: exploring the brain. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. s. 437-438, 446-449
- (2) Sand O, Sjaastad ØV, Haug E, Toverud KC, Bolinder-Palmér I. Människans fysiologi. Stockholm: Liber; 2004. s. 256-257.
- (3) Braun WA, Dutto DJ. The effects of a single bout of downhill running and ensuing delayed onset of muscle soreness on running economy performed 48 h later. *Eur J Appl Physiol.* 2003;90(1-2):29-34.
- (4) Harrison BC, Robinson D, Davison BJ, Foley B, Seda E, Byrnes WC. Treatment of exercise-induced muscle injury via hyperbaric oxygen therapy. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(1):36-42.
- (5) Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Med.* 2006;36(9):781-796.
- (6) Close GL, Ashton T, McArdle A, Maclaren DP. The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2005;142(3):257-266.
- (7) Malm C, Nyberg P, Engstrom M, Sjodin B, Lenkei R, Ekblom B, et al. Immunological changes in human skeletal muscle and blood after eccentric exercise and multiple biopsies. *J Physiol.* 2000;15;529 Pt 1:243-262.
- (8) Page P. Pathophysiology of Acute Exercise-Induced Muscular Injury: Clinical Implications. *J Athl Train.* 1995;30(1):29-34.
- (9) Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003;33(2):145-164.
- (10) Jakeman JR, Macrae R, Eston R. A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics* 2009;52(4):456-460.
- (11) Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2007;41(6):392-397.
- (12) Howatson G, van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2008;38(6):483-503.
- (13) Armstrong RB, Warren GL, Warren JA. Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. *Sports Med.* 1991;12(3):184-207.
- (14) Tee JC, Bosch AN, Lambert MI. Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2007;37(10):827-836.

- (15) Nisell R, Lundeberg T. Smärta och inflammation : Fysiologi och terapi vid smärttillstånd i rörelseorganen. Lund: Studentlitteratur; 1999. s. 26-27.
- (16) Beltman JG, van der Vliet MR, Sargeant AJ, de Haan A. Metabolic cost of lengthening, isometric and shortening contractions in maximally stimulated rat skeletal muscle. *Acta Physiol Scand.* 2004;182(2):179-187.
- (17) Schwane JA, Armstrong RB. Effect of training on skeletal muscle injury from downhill running in rats. *J Appl Physiol.* 1983;55(3):969-975.
- (18) MacIntyre DL, Sorichter S, Mair J, Berg A, McKenzie DC. Markers of inflammation and myofibrillar proteins following eccentric exercise in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84(3):180-186.
- (19) Fielding RA, Manfredi TJ, Ding W, Fiatarone MA, Evans WJ, Cannon JG. Acute phase response in exercise. III. Neutrophil and IL-1 beta accumulation in skeletal muscle. *Am J Physiol.* 1993;265(1 Pt 2):R166-72.
- (20) Duncan CJ. Role of calcium in triggering rapid ultrastructural damage in muscle: a study with chemically skinned fibres. *J Cell Sci.* 1987;87 (Pt 4)(Pt 4):581-594.
- (21) Gissel H, Clausen T. Excitation-induced Ca²⁺ influx and skeletal muscle cell damage. *Acta Physiol Scand.* 2001;171(3):327-334.
- (22) McNeil PL, Khakee R. Disruptions of muscle fiber plasma membranes. Role in exercise-induced damage. *Am J Pathol.* 1992;140(5):1097-1109.
- (23) Warren GL, Lowe DA, Armstrong RB. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Med.* 1999;27(1):43-59.
- (24) Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med.* 2005;35(3):235-256.
- (25) Shoemaker JK, Tiidus PM, Mader R. Failure of manual massage to alter limb blood flow: measures by Doppler ultrasound. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(5):610-614.
- (26) Howatson G, Goodall S, van Someren KA. The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105(4):615-621.
- (27) MacIntyre DL, Reid WD, McKenzie DC. Delayed muscle soreness. The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med.* 1995;20(1):24-40.
- (28) Bleakley C, McDonough S, MacAuley D. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med.* 2004;32(1):251-261.
- (29) Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, Norton BJ. Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther.* 1987;67(2):192-195.

- (30) Foss KD, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Generalized joint laxity associated with increased medial foot loading in female athletes. *J Athl Train.* 2009;44(4):356-362.
- (31) Julia M, Dupeyron A, Laffont I, Parisaux JM, Lemoine F, Bousquet PJ, et al. Reproducibility of isokinetic peak torque assessments of the hip flexor and extensor muscles. *Ann Phys Rehabil Med.* 2010;53(5):293-305.
- (32) Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RF. Goniometric reliability in a clinical setting. Elbow and knee measurements. *Phys Ther.* 1983;63(10):1611-1615.
- (33) Watkins MA, Riddle DL, Lamb RL, Personius WJ. Reliability of goniometric measurements and visual estimates of knee range of motion obtained in a clinical setting. *Phys Ther.* 1991;71(2):90-6; discussion 96-7.
- (34) Peeler J, Anderson JE. Reliability of the Ely's test for assessing rectus femoris muscle flexibility and joint range of motion. *J Orthop Res.* 2008;26(6):793-799.
- (35) Portes EM, Portes LA, Botelho VG, Souza Pinto S. Isokinetic torque peak and hamstrings/quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. *Clinics (Sao.Paulo)* 2007;62(2):127-132.
- (36) Koller A, Sumann G, Schobersberger W, Hoertnagl H, Haid C. Decrease in eccentric hamstring strength in runners in the Tirol Speed Marathon. *Br J Sports Med.* 2006;40(10):850-2; discussion 852.
- (37) Yildiz Y, Aydin T, Sekir U, Cetin C, Ors F, Alp Kalyon T. Relation between isokinetic muscle strength and functional capacity in recreational athletes with chondromalacia patellae. *Br J Sports Med.* 2003;37(6):475-479.
- (38) Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *J Athl Train.* 2008;43(2):144-151.
- (39) Krishnan C, Williams GN. Variability in antagonist muscle activity and peak torque during isometric knee strength testing. *Iowa Orthop J.* 2009;29:149-158.
- (40) Lund H, Sondergaard K, Zachariassen T, Christensen R, Bulow P, Henriksen M, et al. Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of Biodex and Lido dynamometers. *Clin Physiol Funct Imaging* 2005;25(2):75-82.
- (41) Sahlberg ME, Svantesson U, Thomas EM, Strandvik B. Muscular strength and function in patients with cystic fibrosis. *Chest* 2005;127(5):1587-1592.
- (42) Diracoglu D, Baskent A, Yagci I, Ozcakar L, Aydin R. Isokinetic strength measurements in early knee osteoarthritis. *Acta Reumatol Port.* 2009;34(1):72-77.
- (43) Hotta N, Sato K, Sun Z, Katayama K, Akima H, Kondo T, et al. Ventilatory and circulatory responses at the onset of exercise after eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2006;97(5):598-606.

- (44) Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol*. 2000;89(6):2325-2332.
- (45) Twist C, Eston R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol*. 2005;94(5-6):652-658.
- (46) McNair PJ, Depledge J, Brett Kelly M, Stanley SN. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. *Br J Sports Med*. 1996;30(3):243-245.
- (47) Vickers AJ, Fisher P, Smith C, Wyllie SE, Lewith GT. Homoeopathy for delayed onset muscle soreness: a randomised double blind placebo controlled trial. *Br J Sports Med*. 1997;31(4):304-307.
- (48) Vickers AJ. Comparison of an ordinal and a continuous outcome measure of muscle soreness. *Int J Technol Assess Health Care* 1999;15(4):709-716.
- (49) Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Eur J Appl Physiol*. 2008;102(4):447-455.

Bilaga 1 - Rekryteringsbrev

Brev 1

Hej!

Vi är två studenter som går termin fem på sjukgymnastprogrammet i Linköping. Vi håller på med skrivandet av vår C-uppsats som handlar om kylbehandlingens effekter på träningsvärk. Till studien kommer vi behöva en testgrupp på ca 30 individer och söker härmed deltagare till vår studie. Testpersonerna kommer att få genomgå hård träning av framsida lår vid ett tillfälle. Därefter kommer ett kylbandage appliceras på ett av benen under en kort stund. Två dagar senare träffas vi igen och genomför styrketester och gör en smärtskattning. Varje tillfälle kommer ta ca 30-40 min i anspråk. Mätningarna kommer att äga rum i det rörelsevetenskapliga laboratoriet på Linköpings universitetssjukhus under maj månad.

Till studien söker vi dig som har tidigare erfarenheter av träningsvärk. Du får inte ha några skador eller någon sjukdom som innebär nedsatt förmåga att utföra maximalt muskelarbete med benen. Vi söker både män och kvinnor till studien.

Missa inte en chans att lära dig lite om träningsvärk, se det rörelsevetenskapliga laboratoriet och få reda på hur mycket vridmoment du kan utveckla i benen!

Är du intresserad av att delta i studien, svara på detta mail med för- och efternamn samt vilken utbildning och termin du går. Vi återkommer sedan med tider och mer information. Vi vill gärna ha in ditt svar så snabbt som möjligt. Det går bra att när som helst avbryta sitt deltagande i studien. Alla mätdata kommer att anonymiseras.

Med vänlig hälsning

Sebastian Gustafsson

Emanuel Svensson

Sjukgymnastprogrammet, termin 5

Hälsouniversitet, Linköping

Brev 2

Hej!

Du har tidigare visat intresse för att vara med som testperson i vår studie om träningsvärk, eller är en god vän till oss.

Vi kommer fortsätta med våra mätningar i helgen och skulle bli glada om du ställer upp och hjälper till. Du kommer behövas 1 h på fredag och ca 30 min på söndag (48 h efter tillfälle 1), alternativt 1 h på lördag och ca 45 min på måndag (48 h efter tillfälle 1). Om du är intresserad men dessa tider inte passar så har vi även tänkt genomföra mätningar i mitten av vecka 39.

Vi kommer under första tillfället göra styrkemätningar och sedan framkalla träningsvärk i låren. Därefter kommer du få ett kylbandage över den tränade muskeln.

Vid tillfälle två gör vi åter styrkemätningar och du kommer få skatta din träningsvärk.

Vi har rörelselabbet vid norra entrén i anspråk 8.00 - 18.00 fredag-måndag. Om du är intresserad så svara på detta mail snarast och meddela vilka dagar och tider som skulle passa. Vi hör sedan av oss (snarast) till dig med exakt tid.

Vi är mycket tacksamma om du ställer upp.

Med vänlig hälsning

Emanuel Svensson & Sebastian Gustafsson

Sjukgymnastprogrammet, termin 6

Brev 3

Hej!

Du är välkommen till rörelselabbet [datum och tid], och två dagar senare samma tid. Medtag shorts och t-shirt. Inomhuskor är att föredra för uppvärmning. Observera inklusions- och exklusionskriterierna:

Inklusionskriterier (du ska ha):

- Tidigare erfarenhet av träningsvärk.

Exklusionskriterier (du får inte ha):

- Träningsvärk i nedre extremitet vid första testtillfället.
- Skada eller sjukdom som innebär nedsatt förmåga att utföra maximalt muskelarbete med nedre extremitet.
- Träning av nedre extremitet inom tre dagar före första mättillfället.

Hälsningar

Sebastian Gustafsson

Emanuel Svensson

Bilaga 2 - Blankett om samtycke till deltagande i C-uppsatsstudie

Samtycke till deltagande i C-uppsatsstudie

Jag samtycker till deltagande i C-uppsatsstudie om träningsvärk och är införstådd med att:

- data insamlas från Biodex-maskinen
- data kommer anonymiseras och användas enbart till denna studie
- jag när som helst kan avbryta mitt deltagande utan att uppge orsak

Jag är även införstådd med att excentrisk träning kan orsaka skador.

Underskrift

Datum:

Namnförtydligande
