



Institutionen för hälsovetenskaper
Fysioterapeutprogrammet

Utbildningsprogram
fysioterapi 180 hp

Examensarbete 15 hp
Hösten 2019

Uppvärmningens betydelse för maximal muskulär kraftutveckling och
aktiv rörlighet
- En randomiserad kontrollerad studie

Författare

Julia Walfridsson och Sanne Welin
Fysioterapiprogrammet
juliawalfridsson@gmail.com,
sanne.welin@hotmail.com

Handledare

Frida Eek, Docent
Leg. sjukgymnast.
Lunds Universitet,
Baravägen 3, 22240 Lund
frida.eek@med.lu.se

Examinator

Lina Magnusson
Biträdande universitetslektor i global hälsa
Lunds Universitet,
Baravägen 3, 22240 Lund
lina.magnusson@med.lu.se

Abstract

Bakgrund: Uppvärmning inför en fysisk aktivitet är sedan länge känt som en obligatorisk prolog till ett ansträngande träningspass. Det finns olika typer av uppvärmning, generell och specifik, och dess struktur är betydande för vilken effekt den förväntas ge.

Syfte: Avsikten med denna studie var att undersöka vilken effekt den generella uppvärmningen har för den muskulära maximala kraftutvecklingen som utvecklas av höftens abduktorer samt adduktorer. Ytterligare ett syfte var att undersöka om den generella uppvärmningen har effekt för den aktiva rörligheten i abduktion, adduktion, inåtrotation och utåtrotation i höftleden. Om effekten existerade ansåg vi även undersöka hur stor den var.

Studiens design: Randomiserad kontrollerad studie.

Metod: Totalt fullföljde 19 studenter mätningarna, 9 kvinnor och 10 män. Deltagarna mättes i en randomiserad studie med en motbalanserad design, en gång med 10 minuters föregående uppvärmning på en motionscykel och en gång utan. Kraftutvecklingen mättes bilateralt i abduktion och adduktion i höftleden med hjälp av en handhållen dynamometer. De aktiva rörlighetsmätningarna mättes för alla avsedda riktningar med hjälp av en digital goniometer. Mätvärdena analyserades i SPSS med hjälp av ett parat t-test.

Resultat: Den maximala muskulära kraftutvecklingen minskade i genomsnitt bilateralt i både abduktion och adduktion efter föregående uppvärmning i jämförelse med tillfället utan uppvärmning. Skillnaderna var små, och ej signifikanta. Uppvärmningen betydelse för aktiv rörlighet i höftleden visade på varierande resultat. Rörelseomfånget i abduktion ökade i genomsnitt för båda höftlederna. Resterande uppmätta rörelseriktningar sågs i genomsnitt att rörelseomfången minskade eller förblev oförändrat. Inga skillnader var signifikanta.

Slutsats: Sammanfattningsvis visar resultatet av denna studie att generell uppvärmning inte har några större effekter för höftabduktorernas och höftadduktorernas muskulära maximala kraftutveckling. Uppvärmningens betydelse för aktiv rörlighet i höftleden visade i genomsnitt på oförändrade resultat. Skillnaderna var mycket små och är inte statistiskt signifikanta.

Nyckelord: *Generell uppvärmning, aktiv rörlighet, maximal muskulär kraftutveckling, nedre extremitet, höftled, uppvärmningens effekt*

Abstract

Background: Warming up before physical activity has long been known as a compulsory element to a strenuous workout. There are different types of pre-workout, general and specific. Its structure is considerable of what effect it is expected to give.

Purpose: The intent of this study was to investigate the effect of a general warm-up related to maximum muscular strength development in the hip-abductors and the hip-adductors. Further purpose of this study was to investigate the effect of a general warm-up related to the active range of motion in abduction, adduction, internal rotation and external rotation in the hip. If the effect existed we also considered to investigate the size of the difference.

Study Design: A randomized controlled study.

Method: A total of 19 students completed the investigation, 9 women and 10 men. The participants were measured in a randomized study with a counterbalanced design. One of the measures was with 10 minutes of previous warm-up included, on an exercise bike, and the other measurement occasion without warming up. The force development was measured bilaterally in abduction and adduction in the hip joint using a hand-held dynamometer. The active range of motion were measured for all intended directions using a digital goniometer. The measured values were analyzed in SPSS using a paired t-test.

Result: The effect of a warm-up related to muscular maximum strength decreased in average bilaterally in both abduction and adduction but the differences were few and the results were not significant. Regarding the effect of the warm-up on the range of motion of the hip showed varying results. The range of motion in abduction increased for both sides of the hip. Remaining measures decreased or became unchanged. No differences were significant.

Conclusion: The results of this study show that general pre-workout has no major effect on the muscular maximal force development of the hip-abductors and the hip-adductors. The importance of pre-workout on the active mobility of the hip joint showed, on average, varying results. The mobility in different directions where unmodified. The differences were very small and are not significant.

Key words: General warm-up, active range of motion, maximum muscular strength development, lower extremity, hip, effect of warm-up.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	5
1.1 Syfte	8
1.2 Frågeställning.....	8
2. Metod	8
2.1 Studiens design.....	8
2.2 Inklusionskriterier.....	8
2.3 Urvalsprocedur.....	9
2.3.1 Undersökningsgrupp.....	9
2.4 Testgenomförande.....	9
2.4.1 Uppvärmningens intensitet	9
2.5 Mätinstrument.....	10
2.5.1 Mätningar av kraftutveckling.....	10
2.5.2 Mätning av rörlighet.....	11
2.6 Statistisk analys	12
2.7 Etik.....	12
3. Resultat	13
4. Diskussion	14
4.1 Klinisk relevans.....	18
5. Slutsats	18
6. Referenser	19

1. Bakgrund

Uppvärmning påverkar kroppen genom flera olika fysiologiska förändringar. Dess huvuduppgift är att förbereda kroppens strukturer och funktioner för de krav som den fysiska aktiviteten innebär. Detta sker genom en ökning av det perifera blodflödet som i sin tur ökar muskler och närliggande strukturers smidighet. Ännu en fördel med uppvärmning är att det ger en förbättrad kroppskontroll. Ett koordinerat och samspelt rörelsemönster initieras (1).

Uppvärmningen ger framförallt en ökad kroppstemperatur och reducerar samtidigt risken för skador (2). I tidigare studier har det konstaterats att människan kan utföra fysisk aktivitet mer effektivt och får en ökad prestationsförmåga vid en högre muskulär temperatur (2-7). Den muskulära temperaturen börjar snabbt att öka när muskeln börjar att kontraheras. Från den värmeproduktion som sammankopplas med den basala metaboliska aktiviteten då muskeln är avslappnad i vila, till en ökad muskulär temperatur i takt med att intensiva dynamiska rörelser initieras. Efter 10-20 minuter av stigande aktivitet till medelmåttig intensitet når muskelns temperatur en jämvikt (3, 8).

Vid en ökad muskelaktivitet sker även en förhöjning av muskelcellernas metabolism vilket leder till en förändring av den muskulära temperaturen. Med hjälp av termoreceptorer upptäcks denna förändring som initierar reflexer, som i sin tur anpassar kroppens temperatur relaterat till de nya krav som ställs när muskelaktiviteten stegras (9, 10). Denna ökning av temperatur underlättar hemoglobinet- och myoglobinet's förmåga att frigöra syret till den arbetande muskeln. Nervledningshastigheten ökar på samma sätt i takt med kroppstemperaturens höjning (11). Dessutom ökar muskelcellernas förmåga att utveckla kraft och hastighet, i muskelkontraktionerna, i takt med att de metaboliska processerna anpassas efter de nya krav som ställs på kroppen (3, 11, 12). Även muskelns viskositet ökar, vilket underlättar, och ger muskeln en smidigare förmåga att utföra muskelkontraktioner (11). På så sätt leder en ökning av muskelns temperatur vid uppvärmningen till en förbättrad muskelfunktion samt en ökad prestationsförmåga (3, 11).

Uppvärmning har även i tidigare studier, gjorda på fotbollsspelare, vattenpolospelare och tennisspelare visat sig ge en betydande roll för mental förberedelse inför en fysisk aktivitet och/eller fysisk prestation. De psykologiska effekterna av uppvärmning kan exempelvis innebära att idrottaren ges tid att öka sitt fokus för den aktivitet som väntar vilken skulle ge en betydande roll för en ökad prestationsförmåga (10, 13-15).

I en studie gjord på Amerikanska fotbollsspelare har uppvärmning visat sig ha en betydande roll för reducering av muskelskador (16). I en annan studie upptäcktes att flexibilitet, stretching och uppvärmning är viktiga faktorer för att förebygga belastningsskador inför en aktivitet (17).

En intensitet på mer än 60% av en individs maximala syreupptagningsförmåga, under uppvärmning, har visat sig ge en minskad tillgång på kreatinfosfat (11). Anledningen är att

vid ett hårt muskelarbete ökar behovet av energi vilket medför att de aeroba processerna behöver kompletteras med anaeroba processer. Nedbrytning av kreatinfosfat och anaerob glykolys påbörjas. Nedbrytningshastigheten av kreatinfosfat är beroende av den fysiska aktivitetens intensitet (18). En intensitet på 40-60% av maximal syreupptagningsförmåga är optimal för att öka musklernas temperatur samtidigt som kroppens tillgång på kreatinfosfat inte begränsar den efterföljande aktiviteten. Intensiteten i uppvärmningen ska därför anpassas efter varje individs förutsättningar (11). Mellan ansträngningsgrad 10-12 enligt Borgs ansträngningsskala (19) uppskattas maximala syreupptagningsförmågan till mindre än 50% vilket innebär att man befinner sig under mjölksyratröskeln (20). Om de anaeroba processerna initieras under uppvärmningen sker en ansamling av slaggprodukter eftersom mjölksyra bildas och en nedbrytning av kreatinfosfat börjar. I sin tur stör detta muskelfunktionen och resulterar i muskulär trötthet (21).

Vid ett muskelarbete kallas den arbetande muskeln för agonist och den muskel som arbetar mot den rörelse som utförs kallas för antagonist. För att aktivt utföra en abduktion i höftleden krävs ett samarbete mellan flera olika muskelgrupper, alltså både av antagonister samt av agonister. Höftleden styrs av många mindre muskelgrupper som tillsammans agerar för att aktivt genomföra en styrd rörelse. Utåtrotatorerna i höften arbetar vanligen koncentriskt tillsammans med höftens abduktorer. På samma sätt hjälper inåtrotatorerna höftens adduktorer att, koncentriskt, adducera höftleden. Muskler som arbetar tillsammans, och drar i samma skelettdelar kallas synergister. Det finns ingen muskel som primärt inåtroterar höftleden, i en aktiv inåtroteration arbetar alla muskler sekundärt. M. gluteus medius och m. gluteus minimus främre portion arbetar som synergister tillsammans med m. tensor fascia latae och flera andra muskler, för att aktivt göra en inåtroteration i höften. Adduktorgruppen agerar synergister i inåtroterationen samtidigt som de isolerat kan föra höften i en adduktion tillsammans med bland annat m. gracilis. Abduktionen i höften styrs främst av m. gluteus medius och m. gluteus minimus samt av m. tensor fascia latae. Utåtrotationen i höften sker med hjälp av en kontraktion av m. gluteus maximus, de djupa rotatorerna samt m. sartorius. Rörligheten i höften är beroende av de närliggande musklernas egenskaper. På samma sätt är musklerna involverade i varje individs kraftutveckling och aktiva rörlighet (22).

Muskler brukar delas in i två olika kategorier. De olika kategorierna bygger på vilka muskelfibrer som tillsammans formar muskelbuen. I sin tur byggs muskelfibrerna upp av sarkomerer. I människans kropp finns fler än 600 olika muskler. Alla muskler byggs upp av tusentals cylinderformade slingor som kallas för muskelfibrer alternativt muskelceller. De ligger parallellt tätt intill varandra och längden varierar beroende på hur långt avståndet är mellan fäste och ursprung för muskeln. Muskelfibrer har förmågan att kunna dra ihop sig på längden och, på så vis, skapa en kraft som för muskelursprunget närmare muskelfästet. Beroende på hur muskelfibrerna är sammansatta, med sina sarkomerer, agerar de olika i aktivitet. De främsta muskelfibertyperna kallas typ I och typ II. De olika muskeltyperna är unikt utspridda och fördelade i varje kropp. Lokalisationen varierar från person till person och skiljer sig åt på flera sätt. Innervationen från motorneuronen samt utformningen av de tunga myosinkedjorna är två exempel. Ett vanligt sätt att urskilja vilken typ av muskelfibrer

som bygger upp en muskel, är genom att studera myosinkedjorna. Detta görs genom att utvärdera ett förändrat pH-värde av enzymet *myosin ATPase*. När ATP spjälkas utvinns kroppen energi. Skillnaden i mätningarna av enzymets karaktär avgör hastigheten av ATP-hydrolysis. Hastigheten på spjälkningen av ATP bestämmer hur snabbt sarkomererna kan dra ihop sig, energi har verkat. Det resulterar därmed även i hur snabbt muskeln kan kontraheras (23).

Typ I muskelfibrer är långsamt arbetande. De har små motorneuroner och de har en hög förmåga att hämta energi i form av ATP från syre. Det vill säga att typ I muskelfibrer arbetar aerobt. Typ II muskelfibrer är snabba och explosiva och i dem sker ATP spjälkningen snabbt. De snabba muskelfibrerna kan kontrahera en muskel tre till fem gånger snabbare än de långsamma muskelfibrerna. Typ II muskler arbetar främst anaerobt och explosivt, de är inte uthålliga. Det finns tre olika subtyper av typ II muskelfibrer, typ IIa, IIx och IIb. Typ IIa är relativt snabbt kontraherande och är väl utvecklade för att transportera energi. Typ IIa kan utvinna ATP från både syre och glukos. Detta innebär att typ IIa muskelfibrer, skiljer sig från de andra två typ II fibrerna genom att de lämpar sig både till aerob och anaerob träning. Den andra subtypen, typ IIb muskelfibrer, är den mest lämpliga fibertypen för anaerob aktivitet. Det är de muskelfibrer som kan nyttja den högsta hastigheten för att dra ihop sig, det vill säga kontrahera muskelbuen. Typ IIb muskelfibrer kan endast utvinna ATP från glukos. Den sista subtypen för muskelfibertyp II är typ IIx, vilken kan beskrivas som en blandning av typ IIa och typ IIb. De olika typerna av muskelfibrer har olika förmågor att arbeta under lång tid. Den maximala durationstiden för typ IIb är under 1 minut. Typ IIx kan hålla ut ett arbete upp till 5 minuter och typ IIa i upp till 30 minuter. De aeroba muskelfibrerna, typ I, kan arbeta upprepat i flera timmar (23).

I en studie har det visats att genom en anpassning, av uppvärmningen, efter den specifika aktivitet som ska utövas, kan muskel prestationen öka. Det gäller främst för stretch-shortening cykeln (24). Stretch-shortening cykeln sammanfattar muskelarbetet som utförs när musklerna förbereder sig inför ett arbete. Musklerna kan genom en uttänjning följt av en hastig kontraktion, använda sin spänst för att snabbt utveckla kraft (22). Genom att specificera uppvärmningen, kan de absolut snabbaste stretch-shortening muskel prestationerna öka. Om uppvärmningen är generell med inslag av kombinationer och specificitet ökar istället prestationen av det långsamma stretch-shortening muskelarbetet (24).

I tidigare studier har både aktiv uppvärmning och passiv uppvärmning visat en akut maximal ökning av maximalt rörelseomfång och en minskning av muskelspändhet. Aktiv uppvärmning beskriver vanligen utövandet av en riktad rörelse i syfte att förbereda kroppen inför kommande aktivitet. Exempel på passiv uppvärmning är avsiktlig temperaturregulering och mjukdelsmobilisering av adekvata muskler (25-27). Generell uppvärmning som består av löpning, har visat sig ge en större effekt när det gäller minskning av muskelspändhet i jämförelse med specifik uppvärmning som omfattade löpning och stretching samt uppvärmning som enbart bestod av stretching (28).

Män och kvinnor besitter en komposition av 45-55% långsamma muskelfibrer i armar och ben. Generellt sett har män större muskler samt större muskelfibrer än kvinnor.

Det finns dock ingen könsskillnad gällande spridningen av olika muskelfibertyper hos en vardagsmotionär. Sammansättningen av muskelfibrer påverkas av individens aktivitet.

Större utstickande skillnader finns hos elitidrottare, vilket beror på vilken typ av träning som utövas i kombination med genetiken. En längdskidåkares muskler består av fler långsamma typ I fibrer, i jämförelse med en styrkelyftare, vars muskler främst är sammansatta av snabba, explosiva typ II fiber. Därmed har individens muskelsammansättning påverkats av de yttre krav som verkat (23).

Uppvärmning kan delas in i två olika kategorier, generell uppvärmning och specifik uppvärmning. Generell uppvärmning involverar aktiviteter som löpning och cykling jämfört med specifik uppvärmning som involverar moment som är specifika för just den sport som ska utövas (2, 29, 30). Komponeringen av den optimala uppvärmningen är inte självklar. Vilken effekt uppvärmning har på våra kroppar har studerats länge. År 1936 publicerades den första studien som rör uppvärmningens influens på prestationen, där dess effekt inför 100m löpning studerats (31). Genom kontrollerade studier har forskare jämfört olika typer av uppvärmning, specifik och generell, för att försöka finna ett recept på den mest optimala sammansättningen (1, 3-7, 10, 24-33). En vedertagen komponering av uppvärmning är 10 minuters cyklande på en motionscykel i förberedande syfte inför kommande aktivitet. Motionscyklar är lättillgängliga och kan användas av många olika målgrupper. Det är ett lätt redskap att bruka. Frågan är hur stor påverkan de tio uppvärmningsminuterna egentligen har på vår kropp, med avseende kraftutveckling och rörlighet.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att undersöka *om* generell uppvärmning har effekt för maximal kraftutveckling och aktiv rörlighet i nedre extremitet. Vi anser även undersöka *vilken* effekt samt *hur stor* den eventuella effekten av generell uppvärmning är.

1.3 Frågeställning

Finns det någon skillnad, och i så fall hur stor, avseende maximal kraftutveckling för höftabduktorer samt höftadduktorer och/eller aktiv rörlighet i höftleden mellan testgenomförande med, respektive utan, föregående generell uppvärmning?

2. Metod

2.1 Studiens design

Denna studie formas enligt en motbalanserad RCT design med en inomgruppsjämförelse. Genom en motbalansering blev individens vetskap om studiens mätningar kontrollerade. Motbalanseringen gjordes randomiserat med hjälp av en digital slumpgenerator, män och kvinnor var för sig (34, 35)

2.2 Inklusionskriterier

Inklusionskriterier för studien var att personerna som deltog skulle vara i åldern mellan 20-30 år. Testpersonerna skulle vara studenter på *Health science center (HSC)* vid Lunds universitet. Ett kriterium för att få delta i experimentet var att individen skulle anse sig vara regelbundet fysiskt aktiv enligt FYSS 2017s rekommendationer. Det innebär 150 minuter måttlig fysisk aktivitet minst 3 dagar i veckan eller 75 minuter högintensiv fysisk aktivitet 3-5 dagar i veckan (36). Deltagarna som sökte skulle inte ha några nuvarande skador eller problematik i höftleden alternativt i omkringliggande muskulatur. Testpersonerna skulle ha full motorisk funktion.

2.3 Urvalsprocedur

Rekrytering av testpersoner gjordes genom att placera en intresseanmälan på *HSC* vid Lunds universitet. Vi använde oss av en intresseanmälan på vilken det stod information om hur testet skulle utföras, dess syfte, vilken målgrupp vi sökte samt hur man kunde anmäla sig via mejl till oss. På så vis kunde vi nå den målgrupp vi riktade oss till vår undersökning. Vi spred även informationen om testet genom olika sociala kanaler. När vi fått in alla intresseanmälningar blev testpersonerna tilldelade en siffra som blev deras alias genomgående i studien. Denna information gavs via mejl där ytterligare praktisk information om testernas utförande tilldelades testpersonerna. All personinformation som var relevant för studien, såsom mejladress och mätvärden, behandlas konfidentiellt.

2.3.1 Undersökningsgrupp

Till studiens undersökningsgrupp slumpades 20 personer av de ansökande in för att delta i testerna varav en individ valde att avbryta sitt deltagande innan första testtillfället. Datasamlingen omfattar testvärden från totalt 19 individer, 10 män och 9 kvinnor.

2.4 Testgenomförande

Mätningarna standardiserades genom att testpersonerna inte fick utföra någon riktad fysisk aktivitet de närmsta 24 timmarna för nedre extremitet innan testerna skulle utföras. Om deltagarna skulle kunna vara fortsatt fysiskt aktiva, enligt FYSS 2017 rekommendationer (36) och samtidigt inaktiva 24 timmar innan testets utförande, underlättade det om vi valde att göra de två olika testtillfällena med ungefär en veckas mellanrum. Alla testdeltagare fick noggrann utvald information via mejl innan testerna samt vid själva testtillfället. Under uppvärmningen spelades musik och mätningarna utfördes under tystnad. De två undersökningarna, för varje deltagare, utfördes enskilt med närvaro av båda testledarna vid två olika tillfällen. Testledarna tilldelades 10 testpersoner var där de ansvarade för genomförandet av de båda mätningarna, vid testtillfället med föregående uppvärmning och vid testtillfället utan. Vid den andra mätningen hade testledaren ingen information om testdeltagarens föregående mätvärden. Inför undersökningarna hade alla testdeltagare, randomiserat, blivit indelade i två grupper, med hjälp av en slumpgenerator, för att skapa en motbalansering. Den ena gruppen var avsedd att göra sin första undersökning med föregående uppvärmning inför mätningarna och den andra gruppen skulle genomföra testet med inkluderad uppvärmning vid andra tillfället. Testledaren som inte mätte hade som

uppgift att kontrollera att rörelserna utfördes isolerat och med samma utgångsläge vid varje mätning. Ytterligare uppgift var att dokumentera testpersonens uppmätta värden som sades högt av testledaren som utförde testet.

2.4.1 Uppvärmningens intensitet

I denna studie har generell uppvärmning studerats. Uppvärmningen inför individens ena testtillfälle varade i tio minuter. Testpersonen utförde uppvärmning genom att cykla på en motionscykel. Uppvärmningens fokus riktades åt att individen skulle få en stegring av musklernas temperatur, men inte uppleva en muskulär trötthet. Uppvärmningens subjektiva ansträngningsgrad skattades av testpersonen enligt Borgs RPE skala (19) och den upplevda ansträngningen skulle inte överstiga 10-12 (20).

2.5 Mätinstrument

I vår studie utförde vi mätningar av höftledens rörlighet med Easy angle som är ett digitalt mätinstrument för att mäta "range of motion"(ROM). Mätinstrumentet har utvecklats för att optimera mätresultatets pålitlighet. Mätinstrumentet består av en positionssensor samt en algoritm som gör instrumentet mindre känsligt för exempelvis testpersonens kroppsform och testledarens förmåga att utföra dessa mätningar. Mätinstrumentet används genom mätning av ledens startläge och slutläge för att sedan jämföra den angulära skillnaden mellan dessa två positioner (37). För att undersöka den bilaterala kraftutvecklingen i abduktion och adduktion i höftleden, använde vi en handhållen dynamometer (38). Båda mätinstrumenten är sedan tidigare validitets och reliabilitetstestade (38, 39). För att underlätta mätningarna blev deltagarna ombudade att ha shorts på sig.

2.5.1 Mätning av kraftutveckling

Testpersonen lade sig på en höj och sänkbar brits och vi inledde undersökningen med att mäta kraftutvecklingen. Testpersonen låg på rygg med benen längs med britsen. Vi började att mäta abduktion bilateralt, *se figur 1*. Avståndet mellan fötterna var uppmätt till 28 cm. En oelastisk rem placerades runt testpersonens anklar och dynamometern placerades ovan fotleden innanför denna rem. Genom en standardiserad mätmetod och en handhållen dynamometer kunde vi mäta kraftutvecklingen i abduktorerna i höften. Vi bad vår testperson trycka mot dynamometern och därefter bibehålla trycket i tre sekunder. Mätningen upprepades 3 gånger. Vårt resultat fick vi ut i kilogram som vi antecknade under testpersonens aliasnummer. Alla värdena sparades i excel, därefter valde vi att spara det högsta resultatet för varje deltagare. Adduktionen mättes bilateralt genom att dynamometern placerades på insidan av testpersonens fotled, *se figur 2*. På samma sätt bad vi deltagaren att trycka mot dynamometern och bibehålla trycket i tre sekunder. Likt abduktionsmätningen upprepade vi testet 3 gånger, alla resultaten antecknades i excel, varav vi valde ut att spara det högsta resultatet. Under båda mätningarna var det viktigt att fotleden låg i anatomiskt utgångsläge, med tårna pekandes upp mot taket (22). Detta för att i möjlig mån isolera muskelarbetet för endast höftabduktorerna och höftadduktorerna samt för att standardisera testet (38).



Figur 1: Mätning av bilateral kraftutveckling i abduktion



Figur 2: Mätning av bilateral kraftutveckling i adduktion

2.5.2 Mätning av rörlighet

Efter mätningarna av kraftutvecklingen började vi vår mätning av den aktiva rörligheten i höftleden. Vi mätte rörligheten i gradtal, unilateralt med hjälp av Easy Angle (EA). Mätningarna utgick från ledens anatomiska utgångsläge till rörelseriktningens ytterläge (22). Ytterläget kontrollerades av testledarna. Mätningarna upprepades tre gånger i följd, för abduktion, adduktion, inåtrotation samt utåtrotationen i höftleden. Den första mätningen gjordes alltid på höger ben sen gick vi över till vänster. Därefter skrev vi ner och sparade alla värdena i excel varav ett medelvärde av de tre mätvärdena räknades ut. Abduktionsmätningen gjordes genom att EA placerades i femurs längdriktning på lårets framsida och vi tryckte på dess knapp innan mätningens början, *se figur 3*. Vi bad därefter testpersonen att utföra en aktiv abduktion till höftledens ytterläge. I detta läge lades EA återigen i femurs längdriktning på lårets framsida och vi tryckte på dess knapp igen för att slutföra mätningen. Adduktionsmätningen utfördes på liknande sätt, testpersonen placerade det ben som inte skulle mätas utanför britsens kant, det andra benet låg kvar extenderat längs med britsen, *se figur 4*. EA placerades vid denna mätning på samma sätt och vi bad testpersonen att utföra en aktiv adduktion och i höftledens ytterläge mätte vi gradtalet med EA.



Figur 3: Mätning av unilateral rörlighet i abduktion



Figur 4: Mätning av unilateral rörlighet i adduktion

Utåt- och inåtrotation mättes genom att testpersonens ben placerades i 90 graders knäflexion och 90 graders höftflexion, se figur 5 respektive figur 6. EA lades längs med tibias längdriktning och vi tryckte på mätinstrumentets knapp. Vi bad testpersonen att utföra en aktiv utåtrotation respektive inåtrotation till höftledens ytterläge. Där placerade vi återigen EA längs med tibias längdriktning och tryckte på knappen för att få fram gradtalet.



Figur 5: Mätning av unilateral rörlighet i inåtrotation



Figur 6: Mätning av unilateral rörlighet i utåtrotation

2.6 Statistisk analys

Datansamlingen dokumenterades i excel direkt efter testdeltagarens mättillfälle och hypotesprövningen gjordes med hjälp av dataprogrammet *Statistical Package for the Social Science 25*, förkortat *SPSS*. Alla testvärden överfördes från excelarket till *SPSS* där de sammankopplades med sina tillhörande variabler. Differensen mellan de två testtillfällena, med uppvärmning respektive utan uppvärmning, beräknades. Vi undersökte om differenserna var normalfördelade genom att studera spridningen som illustrerades i histogram. Därefter genomfördes ett *paired sample t-test*. För att bedöma om resultatet var statistiskt signifikant beslöt vi att nivån för prövning av nollhypotesen skulle ligga på $p < 0,05$. Alla resultat under detta värde innebar en förkastning av nollhypotesen. Resultatet presenteras med ett medelvärde för testen med uppvärmning och för testen utan uppvärmning, medelvärdesdifferens mellan de båda testerna och 95% konfidensintervall samt ett p-värde.

2.7 Etik

Ansökan om ett rådgivande yttrande skickades till vårdvetenskapliga etiknämnden (VEN) vid Lunds universitet. VEN hade inte några anmärkningar på att studien genomfördes. Alla deltagare blev försedda med en samtyckesblankett, som de skulle underteckna, innan undersökningarna började. Samtyckesblanketten informerade deltagarna om vad undersökningen innebar och att de när som helst kunde välja att avbryta sitt deltagande utan att uppge orsak till testledarna. All insamlad data behandlas konfidentiellt.

3. Resultat

Totalt fullföljde 19 personer hela testet. Studiens resultat av den generella uppvärmningens effekt på bilateral muskulär kraftutveckling utvecklat av höftabduktorer och höftadduktorer, uppmätt med handhållen dynamometer, visade sig inte vara statistiskt signifikant (*se tabell 1*). Uppvärmningens effekt på aktiv rörlighet i höftleden visade på varierande resultat. Rörelseomfånget i abduktion ökade i både vänster och höger höftled. I resterande uppmätta rörelseriktningar sågs i genomsnitt antingen en minskning av rörelseomfånget eller en oföränderlighet (*se tabell 1*). Studien visade inte heller på statistisk signifikans för den aktiva rörligheten i höftleden, mätt med digital goniometer, enligt $p < 0,05$.

Tabell 1: Tabellen presenterar medelvärde och standardavvikelse (M (±SD) för mätningarna med och utan uppvärmning samt differensen mellan de olika variabelernas två teststillfällen. Tabellen presenterar även signifikansvärde (P-värde) och konfidensintervallen (95% CI).

Mätning	M (±SD) Med	M (±SD) Utan	M (±SD) Differens	95% CI	P-värde
Kraft bilateral abduktion (kg)	17,76 (±5,30)	17,87 (±5,05)	-0,11 (±1,29)	-0,73 - 0,51	0,71
Kraft bilateral adduktion (kg)	18,50 (±5,13)	18,79 (±5,31)	-0,29 (±2,33)	-1,42 - 0,83	0,59
Rörlighet abduktion höger (°)	44,9 (±6,9)	43,8 (±8,3)	1,0 (±4,8)	-1,3 - 3,3	0,36
Rörlighet abduktion vänster (°)	46,4 (±6,8)	44,7 (±7,0)	1,7 (±4,2)	-0,3 - 3,7	0,09
Rörlighet adduktion höger (°)	30,9 (±4,3)	32,1 (±5,1)	-1,3 (±4,9)	-3,6 - 1,1	0,28
Rörlighet adduktion vänster (°)	32,5 (±4,0)	32,4 (±4,4)	0,1 (±3,1)	-1,4 - 1,6	0,89
Rörlighet inåtrotation höger (°)	26,6 (±4,2)	27,6 (±6,9)	-1,0 (±5,2)	-3,5 - 1,5	0,40
Rörlighet inåtrotation vänster (°)	26,2 (±6,4)	27,1 (±8,0)	-0,9 (±4,2)	-2,9 - 1,1	0,35
Rörlighet utåtrotation höger (°)	36,9 (±7,6)	37,7 (±8,3)	-0,7 (±6,8)	-4,0 - 2,6	0,65
Rörlighet utåtrotation vänster (°)	36,0 (±8,5)	36,0 (±8,9)	0,0 (±5,2)	-2,5 - 2,5	0,98

4. Diskussion

Resultatet för denna studie visar att den generella uppvärmningen inte har någon signifikant effekt för bilateralt maximal muskulär kraftutveckling och unilateralt aktivt rörelseomfång i höftleden. I genomsnitt minskade studiens uppmätta testvärden vid testtillfället utan föregående uppvärmning. Vidare kan diskuteras hur de uppmätta värdenas betydelse kan tolkas avseende dess minimala skillnad. Ett t-test gjordes där det framgick att studiens mätvärden inte är signifikanta. Till följd av detta kan inga vidare slutsatser fastställa den generella uppvärmningens betydelse för maximal muskulär kraftutveckling och aktiv rörlighet i höftleden relaterat till studiens resultat. Med hänsynstagande till studiens lilla urvalsgrupp kan resultatet blivit påverkat av ett typ två fel. Författarna har inte beaktat *power* vid bestämmelser kring antalet önskade deltagande i studien (40).

I denna undersökning var syftet att studera den generella uppvärmningens effekt på människans maximala muskulära kraftutveckling bilateralt i abduktion och adduktion i höftleden samt dess eventuella effekt för aktiv rörlighet i abduktion, adduktion, inåtrotation och utåtrotation i höftleden. En randomisering av testpersonerna gjordes för att skapa en motbalansering. Syftet var därmed att säkerställa att individens vetskap om testerna för mätning av kraftutveckling och rörelseomfång inte skulle påverka studiens mätvärden och dess resultat. En vidare granskning av mätvärdena informerar om att ett visst samband huruvida vetskapen om testerna kan ha påverkat resultatet. En inomgruppsjämförelse utfördes där varje individs två testresultat ställdes mot varandra och en differens räknades ut mellan de två mätvärdena. Detta stärker studiens uppmätta resultat eftersom varje individ agerade kontroll gentemot sig själv.

En styrka med studiens urval är att undersökningarna gjordes på hälften män och hälften kvinnor. Detta tog vi även hänsyn till när den randomiserade indelningen till motbalanseringen gjordes. Vi såg till att könsfördelningen var jämn i båda grupperna. En gemensam faktor för alla testdeltagare var att de var studenter på *HSC* vid Lunds universitet. Detta bidrog med en underlättad kommunikation mellan testledarna och testdeltagarna. Studien var av intresse för samtliga deltagare. De hade förståelse för vad som efterfrågades bland annat för hur en isolerad rörelse i de avsedda rörelseriktningarna skulle genomföras. Fortsättningsvis har samtliga testdeltagare en erfarenhet av och utbildning kring Borgs skalans funktion och syfte. Detta kan vara en bidragande faktor till att uppvärmningens intensitet blev standardiserad. Undersökningsgruppen var i åldrarna 20-30 år vilket bestämdes då en studie har visat att muskelns egenskaper förändras vid ökad ålder. Till exempel så har äldre individer mindre typ II fibrer i jämförelse med yngre individer (23). Den maximala kraftutvecklingen som en muskel kan generera minskar med 30-40% mellan 30 och 80 års ålder. Detta orsakas främst av en minskning av fiberns diameter. En del av de förändringarna som sker beror på en minskning av individens regelbundna fysiska aktivitet. Därmed kan dessa muskulära förändringar som sker vid en ökad ålder till viss del begränsas med hjälp av träning. Kroppens adaptation till fysisk träning minskar med åldern vilket gör det till en opåverkbar faktor (9)

En styrka med metoden är att uppvärmningens ansträngningsnivå skulle bestämmas efter den subjektiva känslan. Alla individer besitter unika sammansättningar och egenskaper av muskelfibrer, det innebär att det är viktigt att se varje individ för sig. Genom att använda sig av den subjektiva känslan kunde deltagarna bestämma motstånd själva utifrån sin upplevelse och uppvärmningen blev på så vis individanpassad (41). Båda testledarna hade samma förkunskaper rörande mätinstrumentens funktion samt för hur mätningarna skulle gå till. Genom en förutbestämd standardisering av undersökningen bestämdes det att samma testledare skulle genomföra båda mätningarna på en och samma deltagare. På så vis kunde vi utesluta möjliga mätningsfelkällor.

Ett av kraven för testdeltagarna var att standardiseringarna inför varje undersökning skulle följas. Riktad träning skulle inte genomföras de närmaste 24 timmarna innan testillfället. Det gjorde vi för att testet inte ska bli påverkat av tidigare utförd stress på muskler, leder och andra strukturer som inte var relaterat till undersökningen. Detta grundar sig i att temporär smärta och stelhet från träningsvärk kan vara ihållande flertal timmar efter ett träningspass. Vi tror på så vis att detta kunde påverka våra resultat (23).

Alla mätningar gjordes under tystnad med förutbestämda instruktioner vilka presenterades vid samtliga mättillfällen och testdeltagaren gavs möjlighet att ställa eventuella frågor. Testledaren som mätte kommunicerade med den andra testledaren som antecknade mellan varje undersökning som gjordes. Varje mätvärde redovisades muntligt och testdeltagaren kunde, om den ville, ta del av den informationen. Detta var något som vi såg som en återkommande motiverande faktor för samtliga deltagare. Det visade även ett stigande resultat på de tre olika mätningarna som gjordes i varje riktning. Vi tror att detta kan ha påverkat vårt resultat och höjt samtligas medelvärde i rörlighetsmätningarna samt i kraftmätningarna (42). Uppvärmning utfördes för samtliga deltagare till musik, där samma låtlista användes. Utöver detta skulle inga samtal utföras.

Att ställas inför nya situationer, ovetande vad som väntar, tror vi kan upplevas stressande för många personer. Ett deltagande i vårt experiment innebar dessutom att testpersonerna ställdes inför ett moment som de, troligtvis, inte hade några tidigare erfarenheter av. En stressad tillvaro kan tendera till att påverka sinnesstämningen och vi kan uppleva en tyngre mental belastning (43). Tidigare studier visar att människan gärna letar efter tidigare erfarenheter som kan hjälpa till att vägleda oss genom nya situationer som vi ställs inför (44).

Kombinationen av de två ovan beskrivna kroppsliga reaktioner, menar vi, kan ha påverkat resultatet i denna uppsats. Uppvärmningens intensitet styrdes av deltagarens subjektiva känsla. Det var inget som vi testledare kontrollerade. Trots det faktum att testpersoner blev instruerade med samma instruktioner, hänvisat till Borgs ansträngningsskala (19), kunde vi inte kontrollera vad "lätt" ansträngningsnivå innebar för varje enskild individ. Detta, menar vi, styrs av tidigare erfarenheter av fysisk ansträngningsskänsla i kombination med vana. Efter genomförd uppvärmning frågade vi varje deltagare om de kände sig uppvärmda. Av samtliga individer fick vi ett bekräftande om att uppvärmningen, subjektivt, hade höjt

kroppstemperaturen hos dem. Vi kunde däremot märkbart urskilja vilka som reagerade med kraftigare temperaturstegring genom visuell observation. Vi har tidigare nämnt studier som beskriver att en ökad temperatur påverkar vår fysiologi och i sin tur våra muskler (3, 11). Vi tror att temperatursvariationen, deltagarna emellan, kan ha påverkat standardiseringen av uppvärmningen.

Ytterligare en faktor som vi anser kan ha påverkat standardiseringen av testgenomförandet är varje deltagares unika dagsform. Vi har som testledare gjort vårt yttersta för att anpassa tidsschemat så att de två testtillfällena genomfördes vid ungefär samma tidpunkt på dagen. Det har visats att dagsformen samt återhämtning och sömn påverkar muskel prestation (45). I vissa fall var det besvärligt att boka in exakt samma tid två veckor i rad på grund av att veckorutinerna inte var de samma för studenterna som deltog i experimentet. Detta innebär även att vi misstänker att vardagsrutinerna och de 24 h innan testgenomförandena, inte var de samma från ena veckan till den andra. Detta tror vi inträffade trots de instruktioner som var givna i deltagarinformationen angående standardiseringen inför varje testtillfälle. Några av deltagarna ankom, redan uppvärmda, till mätningstillfällena. Inför framtida mätningar kan det vara av vikt att applicera ytterligare en standardisering till undersökningen. Genom att inleda varje undersökning med en given återhämtningstid kan man på så vis standardisera och utsluta eventuell omedveten tidigare uppvärmning.

Ytterligare en faktor som vi menar kan ha påverkat resultatet är mätinstrumenten. Vid några mätningstillfällen mätte inte instrumentet som det skulle. Dynamometern uppmätte vid något tillfälle orimligt stor kraftutveckling, som innebar att mätningen fick tas om. Ytterligare en kraftutveckling, utöver de tre som var bestämda, tvingade deltagaren hämta mer energi för att kunna utföra ännu en kraftansträngning (23). Liknande felkälla uppstod i rörlighetsmätningarna när, i vissa fall, Easy Angle inte var rätt inställd när mätningen hade påbörjats. När mätvärdena skiljde sig utstickande från det sannolika gradtalet fick rörelsen även då upprepas. Detta tror vi kan ha påverkat testet på flera olika sätt bland annat genom att bidra med en stretchande effekt för rörelsemätningen, samt otydlighet för testdeltagaren på grund av att mätningen tvingas upprepas ytterligare en gång. Ovissheten kan bidra till att testpersonen spänner sig och på så vis påverka medelvärdet som utvinns av de tre samlade mätvärdena. Anledningen till att ett medelvärde blev uträknat på rörligheten, istället för att endast spara det högsta, är för att vi ansåg det vara rimligt att ta hänsyn till alla tre värdena. Detta för att vi skulle kunna förbise stretcheffektens påverkan på den dynamiska rörlighetens mätresultat (46).

Vi avser diskutera den generella uppvärmningens betydelse på maximal kraftutveckling och aktiv rörlighet. För att utveckla en maximal muskelkraft krävs det att kroppen skickar nervsignaler som rekryterar alla typ II muskelfibrer som är aktuella för den specifika rörelseriktningen som kraften ska riktas åt. Muskelfibertyp IIb har en snabb aktivering och kontraheras fort. Den maximala kraften som utvecklas kan däremot endast upprätthållas i en minut (23). Genom denna information hävdar vi att det främst är typ IIb som arbetar i den muskelkontraktion som vi söker i den maximala kraftmätningen i både abduktion samt i

adduktion. Kraftmätningarna kräver en ansträngningsduration på 3 sekunder för att ett maximalt tryck ska kunna registreras med den handhållna dynamometern. Efter varje mätning fick deltagarna återhämta sig. Vilan deponerades efter varje deltagares individuella behov. Därefter gjordes en ny mätning och samma procedur upprepas till tre kraftutvecklingar, i samma riktning, var uppmätta. Denna repetition av samma utförande, tror vi kan ha större uppvärmande effekt än vad den generella uppvärmningen, som gjorts på cykel.

Vi tror att repetitionerna speglar en specifik uppvärmning som innebär en inövning av rörelsen och aktivering av musklerna som förbereder oss inför den aktion vi planerar att utöva (1). Den generella uppvärmningen anser vi antyda till en ökad kroppstemperatur. Detta förespråkar ökad aktivering och förberedning av kroppen, värmen uppstår inifrån kroppskärnan och sprider sig ut (3, 11). På så vis tror vi att den generella uppvärmningen kan nå typ II muskelfibrer, men inte aktivera dem. Den generella uppvärmningen initierar främst typ I muskelfibrer, de långsamma som kan vara aktiva flera timmar i sträck (22). Detta hänvisar vi till våra instruktioner angående uppvärmningens intensitet, som inte skulle vara uttröttande. En mer optimal uppvärmning för typ II muskelfibrer tror vi hade varit en kombinerad, planerad och specifik uppvärmning som inkluderade explosivitet. Genom denna utveckling anser vi att typ II muskelfibrer blir involverade i rörelser snabbare. Den personliga kännedomen av rörelsen tror vi gör att människan lättare kan känna ett samband, ta del av sin erfarenhet och på så vis lättare aktivera muskelfibrerna.

Ledens rörelseomfång begränsas av både ledkapseln och dess närliggande mjukdelar vilket försvårar vetskapen om rörelseomfånget begränsas av mjukdelar eller själva ledens uppbyggnad. I studiens mätningar av rörelseomfånget var syftet att undersöka hur mycket leden begränsades av dess mjukdelar med föregående uppvärmning respektive utan föregående uppvärmning (22).

I flertalet studier har dynamisk stretchning visat en förbättrad effekt för träningsprestation, muskelkraft och muskelstyrka, vilket kan vara en del av specifik uppvärmning (47-51). I en annan studie blev resultatet att upprepade set med flertalet repetitioner, 4x15, av dynamisk stretchning gav bäst effekt vad gäller förbättrad träningsprestation och en ökning av ledens rörelseomfång (52). Därmed visar detta på att den specifika uppvärmningen skulle ge en större effekt i jämförelse med generell uppvärmning som studerats i denna studie. Ytterligare en studie har påvisat att den specifika uppvärmningen har en större effekt för rörelseomfånget. Resultatet visade att löpning i kombination med stretching hade en större effekt för ett ökat rörelseomfång i jämförelse med den generella uppvärmningen som enbart bestod av löpning i denna studie. Däremot, som tidigare nämnt, blev effekten av den generella uppvärmning i denna undersökning en minskning av muskelspändhet (28). En tidigare studie där effekten av uppvärmning för ROM i höftleden kontrollerats med hjälp av en modifierad PNF teknik visade resultatet, likt resultatet i denna studie, inte på några större skillnader i ROM i höftleden med föregående uppvärmning. Resultatet baseras på studier genomförda på tre grupper: en grupp med aktiv uppvärmning, en med passiv uppvärmning samt en kontrollgrupp (53).

Fortsättningsvis har denna studie inte kopplat den generella uppvärmningens betydelse i relation till skaderisken (23). Studien redovisar inte heller den generella uppvärmningens effekt på motivationen och därav påverkan på prestationen (54, 55). Utifrån testpersonernas mätvärden vet vi endast att generell uppvärmning inte har en tydlig påverkan för en ökad maximal kraftutveckling eller aktiv rörlighet i höftleden.

Vidare studier behöver göras för att undersöka huruvida generell uppvärmning påverkar muskulär maximal kraftutveckling respektive aktiv rörlighet i höftleden. Detta för att kunna konstatera eller utesluta om uppvärmning har betydelse eller inte för hela populationen. För övrigt behöver även fler studier undersöka den specifika uppvärmningens betydelse, vilket inte gjorts i denna studie. Vår hypotes är att den specifika uppvärmningen skulle visa på ett mer utstickande resultat, framförallt på maximal muskulär kraftutveckling och till viss del för den aktiva rörligheten.

4.1 Klinisk relevans

Författarna till denna studie är blivande fysioterapeuter. Att undersöka uppvärmningen betydelse intresserade oss då det berör vårt ämne. Genom en djupdykning i uppvärmningens effekter kan vi med rätt kompetens och vetenskap vägleda klienter inför ett träningspass eller prestation på ett optimalt sätt. Resultatet i denna studie motiverar att vidare forskning krävs för att fastställa den mest gynnsamma uppvärmningen i relation till maximal muskulär kraftutveckling och aktiv rörlighet.

5. Slutsats

Sammanfattningsvis visar resultatet av denna studie att generell uppvärmning inte har någon större effekt för maximal muskulär bilateral kraftutveckling då den i genomsnitt minskade i både abduction och adduktion med föregående uppvärmning. Rörelseomfånget för samtliga uppmätta rörelseriktningar förblev oförändrat med föregående generell uppvärmning enligt studiens mätmetoder. Samtliga mätvärden av höftledens rörelseomfång är inte statistiskt signifikanta. Därmed kan resultatet i denna studie inte säkerställa den generella uppvärmningens betydelse för maximal muskulär kraftutveckling och aktiv rörlighet i höftleden.

6. Referenser

1. Fradkin AJ, Zazryn TR, Smoliga JM. Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2010 Jan;24(1):140-8
2. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med.* 2007;37(12):1089-99
3. Racinais S, Cocking S, Périard JD. Sports and environmental temperature: From warming-up to heating-up. *Temperature (Austin).* 2017 Aug 4;4(3):227-257
4. Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med.* 2003;33(6):439-54
5. Asmussen E, Boje O. Body temperature and capacity for work. *Acta Physiol Scand* 1945; 10: 1-22
6. Bergh U, Ekblom B. Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand.* 1979 Sep;107(1):33
7. Sargeant AJ. Effect of muscle temperature on leg extension force and short-term power output in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56(6):693-8.
8. Fisher M, Paolone V, Rosene J, Drury D, Van Dyke A, Moroney D. The effect of submaximal exercise on recovery hemodynamics and thermoregulation in men and women. *Res Q Exerc Sport.* 1999 Dec;70(4):361-8
9. Widmaier EP, Raff H, Strang KT. *Vander's human physiology: the mechanisms of body function.* 13. ed. New York: McGraw-Hill; 2014
10. Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Med.* 2015 Nov;45(11):1523-46
11. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med.* 2007;37(12):1089-99
12. De Ruiter CJ, De Haan A. Temperature effect on the force/velocity relationship of the fresh and fatigued human adductor pollicis muscle. *Pflugers Arch.* 2000 May;440(1):163-70)
13. Hatzigeorgiadis A, Theodorakis Y, Zourbanos N. Self-talk in the swimming pool: the effects of self-talk on thought content and performance on water-polo tasks. *J Appl Sport Psychol.* 2004;16(2):138–50
14. Johnson JJ, Hrycaiko DW, Johnson GV, et al. Self-talk and female youth soccer performance. *Sport Psychol.* 2004;18(1): 44–59.
15. Cutton DM, Landin D. The effects of self-talk and augmented feedback on learning the tennis forehand. *J Appl Sport Psychol.* 2007;19(3):288–303
16. Bixler B, Jones RL. High-school football injuries: effects of a post-halftime warm-up and stretching routine. *Fam Pract Res J.* 1992 Jun;12(2):131-9
17. Garrett WE Jr. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Med Sci Sports Exerc.* 1990 Aug;22(4):436-43
18. Hirvonen J, Rehunen S, Rusko H, Härkönen M. Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56(3):253-99

19. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med.* 1970;2(2):92-8
20. Andersson G. Nya Konditionstest på cykel: [testledarutbildning]. 1. uppl. Stockholm: SISU idrottsböcker; 2011
21. Sahlin K. Metabolic factors in fatigue. In: *Exercise metabolism* (2 ed.), edited by Hargreaves M and Spriet L. Champaign: Human kinetics, 2006, p. 163-186
22. Houglum, Peggy A., 1948 *Brunnstrom's clinical kinesiology*.. 2012 - 6. ed. / revised by Peggy A. Houglum, Dolores B. Bertoti. ISBN: 978-0-8036-2352
23. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Eighth Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2014[2015]
24. Andrade DC, Henriquez-Olguín C, Beltrán AR, Ramírez MA, Labarca C, Cornejo M, Álvarez C, Ramírez-Campillo R. Effects of general, specific and combined warm-up upon explosive muscular performance. *Biol Sport.* 2015 Jun;32(2):123-8.
25. Henricson AS, Fredriksson K, Persson I, Pereira R, Rostedt Y, Westlin NE. The effect of heat and stretching on the range of hip motion*. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984;6(2):110-5
26. Hubley CL, Kozey JW, Stanish WD. The effects of static stretching exercises and stationary cycling on range of motion at the hip joint*. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984;6(2):104-9
27. MacDonald GZ, Penney MD, Mullaley ME, Cuconato AL, Drake CD, Behm DG, Button DC. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *J Strength Cond Res.* 2013Mar;27(3):812-21
28. McNair PJ, Stanley SN. Effect of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. *Br J Sports Med.* 1996 Dec;30(4):313-7, discussion 318
29. Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med* 1985; 2 (4): 267-79
30. Bishop D. Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med* 2003; 33 (7): 483-98
31. Simonson, E, Teslenko, N, and Gorkin, M. Influence of warm-up on 100m run time. 1936, *J Physiol* 9: 152,
32. O'Brien B, Payne W, Gastin P, Burge C. A comparison of active and passive warm ups on energy system contribution and performance in moderate heat. *Aust J Sci Med Sport.* 1997 Dec;29(4):106-9
33. Stewart IB, Sleivert GG. The effect of warm-up intensity on range of motion and anaerobic performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 Feb;27(2):154-61
34. Slumpgenerator på nätet [Internet]. Sv.calcprofi.com. 2019 [cited 7 February 2019]. Available from: <https://sv.calcprofi.com/online-slumpgenerator.html>
35. DePoy E, Gitlin LN. *Introduction to research: multiple strategies for health and human services*. St. Louis: Mosby; 1993.

36. FYSS 2017 : fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling / Yrkesföreningar för fysisk aktivitet (YFA).. - 2016 - [3., rev. uppl.]. - ISBN: 9789198171129
37. Svensson M, Lind V, Löfgren Harringe M. Measurement of knee joint range of motion with a digital goniometer: A reliability study. *Physiother Res Int.* 2018 Dec 27:e1765
38. Wörner, Tobias, Kristian Thorborg, and Frida Eek. "Five-Second Squeeze Testing in 333 Professional and Semiprofessional Male Ice Hockey Players: How Are Hip and Groin Symptoms, Strength, and Sporting Function Related?". *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2019; vol(7):1-7
39. [Internet]. 2019 [cited 7 February 2019]. Available from: <https://easyangle.com/sv/clinical-studies/>
40. Ejlertsson G. Statistik för hälsovetenskaperna. Tredje upplagan. Lund: Studentlitteratur; 2019
41. Johansen L, Quistorff B. 31P-MRS characterization of sprint and endurance trained athletes. *Int J Sports Med.* 2003 Apr;24(3):183-9
42. Tod DA, Thatcher R, McGuigan M, Thatcher J. Effects of instructional and motivational self-talk on the vertical jump. *J Strength Cond Res.* 2009 Jan;23(1):196-202
43. Vera J, Perales JC, Jiménez R, Cárdenas D. A test-retest assessment of the effects of mental load on ratings of affect, arousal and perceived exertion during submaximal cycling. *J Sports Sci.* 2018 Nov;36(22):2521-2530
44. Krakauer JW, Mazzoni P. Human sensorimotor learning: adaptation, skill, and beyond. *Curr Opin Neurobiol.* 2011 Aug;21(4):636-44
45. Brandt R, Bevilacqua GG, Andrade A. Perceived Sleep Quality, Mood States, and Their Relationship With Performance Among Brazilian Elite Athletes During Competitive Period. *J Strength Cond Res.* 2017 Apr;31(4):1033-1039
46. Opplert J, Babault N. Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Med.* 2018 Feb;48(2):299-325
47. Sekir U, Arabaci R, Akova B, Kadagan SM. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2010 Apr;20(2):268-81
48. Yamaguchi T, Ishii K, Yamanaka M, Yasuda K. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *J Strength Cond Res.* 2007 Nov;21(4):1238-44
49. Yamaguchi, Taichi & Ishii, Kojiro. An optimal protocol for dynamic stretching to improve explosive performance. *Journal of Physical Fitness and Sports Medicine.* 2014 (3):121-129
50. Yamaguchi T, Ishii K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *J Strength Cond Res.* 2005 Aug;19(3):677-83
51. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol.* 2011 Nov;111(11):2633-51

52. Mizuno T. Changes in joint range of motion and muscle-tendon unit stiffness after varying amounts of dynamic stretching. *J Sports Sci.* 2017 Nov;35(21):2157-2163
53. Cornelius WL, Hands MR. The Effects of a Warm-up on Acute Hip Joint Flexibility Using a Modified PNF Stretching Technique. *J Athl Train.*1992;27(2):112-4
54. Tod D, Hardy J, Oliver E. Effects of self-talk: a systematic review. *J Sport Exercise Psychol.* 2011 Oct;33(5):666-87
55. Tod DA, Iredale KF, McGuigan MR, Strange DE, Gill N. "Psyching-up" enhances force production during the bench press exercise. *J Strength Cond Res.* 2005 Aug;19(3):599-603