



Betydelse av variabeln rörelseomfång inom styrketränningsvolym

– en studie av dess inverkan på återhämtning av
kraftutveckling

Linus Forsberg

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN

Självständigt arbete grundnivå 110:2021

Specialidrott: 2020-2022

Handledare: Marcus Moberg

Examinator: Ulrika Tranaeus

Sammanfattning:

Syfte & Frågeställning: Syftet är att studera hur manipulering av ROM påverkar två olika träningsprogram med samma mängd träningsvolym (sets x reps x vikt x tid). Syftet är specifikt att studera hur ROM kan påverka ansträngningsgraden, prestationen i form av kraftutveckling under återhämningsperioden, men även en uppskattning på träningsvärk av dessa två träningsprogram och på så sätt estimerar betydelsen av ROM.

Frågeställningar: I ett träningsupplägg i en benspark med fullt respektive partiellt ROM. Påverkas kraftutvecklingen i en statisk knäböj, upplevd ansträngning under bensparken samt graden av träningsvärk från baslinje, 24 och 48 timmar senare trots likvärdig träningsvolym.?

Metod: Detta är en kvantitativ experimentell studie som sex personer deltog i. Effekten av två olika träningsprogram, ett för vardera ben, undersöktes genom att mäta kraftutveckling genom statisk knäböj före träningsprogrammet (vid baslinje) och 24 timmar efter träningsprogrammet. Ett ben genomförde fullt ROM medan det andra benet genomförde partiellt ROM. Under träningspasset angav deltagarna graden av muskulär ansträngning med hjälp av en subjektiv ansträngningsskala efter set 4 och set 8. Innan styrketräningen genomförde deltagarna en knäböj med ett ben under vilken graden av muskulär värk angavs vid baslinjen, samt efter 24 och 48 timmar från baslinjen.

Resultat: Resultatet visar inte på någon signifikant skillnad mellan fullt och partiellt ROM vad gäller kraftutvecklingen i en statisk knäböj vid jämförelsen mellan baslinje och 24 timmar senare. En signifikant skillnad kunde ses vid ansträngningsgraden vid genomförandet i bensparken mellan fullt ROM $17,75 \pm 0,88$ och partiellt ROM $14,00 \pm 1,26$ efter 8 set ($P < 0,05$). Vid självupplevd smärtskattning resulterades en signifikant skillnad efter 24 och 48 timmar efter styrketestet mellan fullt ROM $30,8 \pm 21,3$ och partiellt ROM $20,5 \pm 14$.

Slutsats: Resultatet från träningen visar att fullt ROM är mer ansträngande, orsakar mer träningsvärk samt tenderar till att sänka kraftutveckling i benmuskulaturen vid återhämtningen jämfört med träning med partiellt ROM.

Nyckelord: Rörelseomfång, träningsvolym, variabler, muskler

Begreppsdefinitioner

Redovisning av centrala begrepp som uppkommer i studien för att förenkla för läsaren och hur begreppen används genom arbetet.

Rörelseomfång: enligt Nationalencyklopedin ses begreppet rörelseomfång som att ‘‘en leds rörlighet från maximalt utsträckt (extension) till böjd till ändläget (flexion)’’ (Nationalencyklopedin, 2022). Begreppet är ett nyckelord i studien och kommer att användas inom vetenskapliga studier där personer utför hela och halva rörelser i en led. Förkortning på ordet heter ROM.

Träningsvolym: Enligt Baz-Valle et al., (2021) använder begreppet träningsvolym som (sets x reps x vikt) i ett styrkeutföranden. Rådande studie använder sig av (sets x reps x vikt x tid).

Muskelhypertrofi: Enligt Nationalencyklopedin ses begreppet som ‘‘en ökning av ett organs eller en organdels storlek beroende på en ökad cellstorlek’’ (Nationalencyklopedin, 2021). Begreppet används i studier vid undersökning om musklerna på försökspersonerna har växt.

RM: Enligt Drake, Kennedy & Wallace., (2018) betyder begreppet RM ‘‘Repetition Maximum’’. Det används i styrketester för att ta reda på hur mycket vikt en person kan utföra endast en maximal repetition på. Detta är ett sätt att avgöra maximala styrkan. Sedan kan personen bestämma att utföra olika intensiteter utifrån sitt RM med fler repetitioner.

Oberoende Variabel: Enligt Nationalencyklopedin ses begreppet oberoende variabel som något som eventuellt tillsammans med andra oberoende variabler kan påverka en beroende variabel (Nationalencyklopedin, 2022). Begreppet kommer att användas för att se hur rörelseomfång (oberoende variabel) påverkar träningsvolymen (beroende variabel).

Intensitet: Enligt Nationalencyklopedin ses begreppet intensitet som ‘‘stor och ihållande kraft’’ (Nationalencyklopedin, 2022). Begreppet används inom träningsupplägg. Där upplägget kan innebära en intensitet eller kraft på exempelvis 70% av sitt 1RM (Repetition Maximum).

Set: Enligt synonymer.se ses begreppet som ‘spelomgång, omgång, runda uppsättning’ (Synonymer, 2022). Begreppet set används för att beskriva antal utföranden på en övning som knäextensioner i en benspark.

TUT: Enligt Martins-Costa et al., (2021) ses begreppet som hur länge muskeln arbetar inom setet av en övning. TUT är en förkortning på time under tension och i rådande studie används TUT som beskrivning för hur länge deltagarna utför en övning inom ett set.

ROM: Martínez-Cava et al., (2019) använder begreppet ROM (Range of Motion) som hur lång rörelse en muskel/led kan sträcka sig. I rådande studie används ROM för att förklara hur lång rörelse som användes i exempelvis bensparken i tränings-schemat.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Träningsvolym	2
1.2 Ytterligare variabler som kan påverka träningsvolymen	3
Rörelseomfång	3
Variation bland övningar	4
Muskelaktioner	5
Tid under arbete (TUT)	5
1.3 Kunskapslucka	6
2 Syfte & Frågeställning	7
3 Metod	8
3.1 Population & Miljö	9
3.2 Tester och Mätutrustning	9
3.3 Utförande för varje testdag	10
3.3.1 Benspark (styrketräning)	12
3.3.2 Upplevd träningsvärk (VAS)	13
3.3.3 Upplevd ansträngning (Borgskalan)	14
3.3.4 Kraftutveckling i en statisk knäböj med ett ben	14
3.4 Datahantering	15
3.5 Etik	15
4 Resultat	16
4.1 Resultat från träningspasset	17
4.2 Kraftmätning i en statisk knäböj med ett ben	18
4.3 Upplevd ansträngning	20
4.4 Upplevd träningsvärk	21
5 Diskussion	23
5.1 Kraftutveckling i statiskt knäböj med ett ben	23
5.2 Upplevd ansträngning under bensparken	25
5.3 Rörelseomfång och dess påverkan på träningsvärk	27
5.4 Styrkor och svagheter	28
6 Slutsats	29
Käll- och litteraturförteckning	30

Bilaga 1. Käll- och litteraturförteckning.

Bilaga 2. Samtyckesblankett

Bilaga 3. Hälsodeklaration

1 Inledning

Idag är det vanligt med styrketräning inom idrotter och som fritidsaktivitet. Ett problem som kan uppstå är att flera predikar om träningsmetoder, samt tränar på olika sätt. Vad är rätt vad är fel? Uppsatsen fokuserar på styrketräningsvariabler som med fokus på rörelseomfång och dess relevans inom styrketräning men även träningsvolym och dess innebörd. Bör utförandet bestå av fulla eller partiella rörelser i styrkeövningarna för att uppnå högsta önskvärda träningsresultat och skapar de ena mer eller mindre muskeltrötthet, träningsvärk eller upplevd ansträngning. Studien nämner de processer och variabler som påverkar styrketräning och varför exempelvis rörelseomfång och träningsvolym är relevanta att tänka på vid programmering av träningsprogram eller vid egen styrketräning.

Styrketräning kan definieras då kroppen involverar ett utförande av fysisk aktivitet som är till för att förbättra exempelvis styrka, uthållighet och muskelhypertrofi ur ett idrottsligt perspektiv. Detta kräver att muskelkontraktioner utförs med en viss belastning. (FitnessHealth101, 2021)

Styrketräning kan ge goda fördelar till idrotter eftersom dess påverkan till ökad muskelstyrka (Maestroni et al., 2020) Vilket i sin tur har en positiv inverkan på hoppförmåga, löpekonomi, riktningsförändring och sprintkapacitet. Styrketräning har även påvisat att minska skaderisken inom idrotter med en tredjedel samt överbelastningsskador med nästan 50%. Det har påvisats att styrketräning minskar skaderisken för skador mer än traditionell stretchning (Maestroni et al., 2020). I styrketräningen bör atleterna utföra fullt ROM då det visat att de ger bättre generell styrka och hypertrofi än partiellt ROM (Bloomquist et al., 2013).

1.1 Träningsvolym

All form av träning påverkas av en rad faktorer, i synnerhet variabeln *träningsvolym*. Wernbom och Augustsson (2004) förklarar att det finns centrala variabler som bygger upp ett träningsprogram. Dessa är viktiga för framför allt coacher men även utövare att förstå, för att kunna monitorera samt skapa ett passande träningsprogram. Några av dessa variabler är frekvens, intensitet och träningsvolym. Träningsvolym är ett omtalat område inom styrketräning. För att beräkna ut belastningen i träningsvolym, finns beräkningarna (sets x reps x vikt). Om vi konkretiserat dessa till ett praktiskt utförande som exempelvis bänkpress. En person utför övningen tre gånger, detta kallas sets. Under varje set utför personen 10 repetitioner (reps) med en belastning (vikt) på 80 kg. Beräkningen blir då $(3 \times 10 \times 80 = 2400)$. Träningsvolymen blir då 2400 kg. Med beräkningarna kan en uppskattning av träningsvolymen estimeras och praktiseras till olika styrkeprogram. Men det är viktigt att ha andra variabler i åtanke. Nunes et al. (2021) nämner att det finns brister att endast fokusera på (set x reps x vikt) då andra träningsvariabler har en påverkan exempelvis rörelseomfång, tiden som arbetet utförts på (TUT) och koncentrisk/excentriskt arbete. Slutsatsen stöds även av Wernbom et al. (2004) då de nämns att andra variabler kan påverka träningsvolymen utöver de redan nämnda finns genetik, träningsvana, vilopausar eller övningar. Tyvärr är träning och hälsa komplext. Det är fortfarande begränsat till vetenskapliga data om hur ett optimalt träningsprogram bör utformas för muskelvolym eller styrka (Wernbom et al., 2004).

I dagsläget finns ett stort vetenskapligt underlag för hur träningsvolym bör ligga inom olika idrotter för att uppnå önskat resultat. För att exemplifiera, ökade Bulgarien träningsvolymen bland sina tyngdlyftare upp till 5800 ton på ett år med stor succés inom Olympiska spelen och att träningsvolymen hos tyngdlyftare på elitnivå låg upp mot 3726 ton per år (Bompa & Haff, 2009) Det finns en gräns på hur mycket träningsvolym en person kan utstå och återhämta sig ifrån och denna varierar från person till person (Souza et al., 2020). Träningsvolym har påvisats vara en av de största faktorerna till *muskelhypertrofi*, *styrka* och *hälsorelaterat*. (Nunes et al., 2021).

Utöver (sets x reps x vikt) finns ytterligare variabler som påverkar träningsvolym. Dessa är viktiga att nämna eftersom dessa kan påverka resultatet i rådande studie.

1.2 Ytterligare variabler som kan påverka träningsvolymen

Olika variabler som rörelseomfång, övningar, muskelaktioner och tid under arbete kan påverka träningsvolymen och träningsresultatet.

Rörelseomfång

Att ha koll på ROM är viktigt vid olika träningsprogram på grund av dess potentiella inverkan på träningsvolym, styrka, muskeltillväxt, muskulär ansträngning, träningsvärk och muskeltrötthet. (Kubo et al., 2019; Bloomquist et al., 2013; Pincivero & Thomas., 2018; Contró et al., 2016)

Sammanfattningsvis utifrån de vetenskapliga träningsstudier som nämns nertill, visar att utföra övningar med fullt rörelseomfång är generellt bättre för både styrka och hypertrofi.

Två studier om fullt ROM i nedre extremiteter (Kubo et al., 2019; Bloomquist et al., 2013) kom fram till att fullt ROM i knäböj och benspark gav mer styrka, hypertrofi och kraftutveckling än partiella rörelser. Grunda knäböj visades vara till fördel för grenspecifik idrott, så kallat specificitet principen. Två studier om fullt ROM i övre kroppen (Martínez et al., 2019; Pinto et al., 2012) visade att fullt ROM var effektivast vad gällande neuromuskulära förbättringar samt förbättring för muskeltjocklek och styrka för bröst och biceps jämfört med partiella rörelser. Massey et al., (2004) kom dock fram till att ingen signifikant skillnad kunde mätas mellan grupperna inom neuromuskulära anpassningar efter 10 veckors träning av bänkpress.

Eftersom rörelseomfång kan ha en viktig påverkan på träningen bestämde Pallarés et al., (2021) att sammanfatta flertalet studier i en metaanalys. Sexton studier blev kvalificerade och antogs till en systematisk översikt och meta-analys. Resultatet visar att full range of motion är mer effektivt inom styrka och hypertrofi och generellt bättre för en allmän träning men ingen större skillnad i muskelarkitekturen. Ett problem som kan uppstå är att alla studier inte matchar träningsvolymen, och i de fall som studier matchar träningsvolym är det oftast via (reps x sets x vikt). Utför två grupper olika rörelseomfång i samma övning, är det högre volym på gruppen som utfört fulla rörelser, det vill säga längre tid under arbete bidrar till högre träningsvolym (Tanimoto, & Ishii, 2006). Det är även vanligt att personer utför övningar med mer intensitet

på bekostnad av rörelseomfånget med tro att det är en bra strategi för att minska den neurala hämningen och förbättra koordinationen och stabilisering av primära musklerna, partiell träning anses även ge större styrka anpassningar eftersom det tillåter personen att lyfta en högre absolut vikt. Utifrån meta-analysen av Pallarés et al., (2021) stöds inte denna strategi för partiellt rörelseomfång, däremot hade det varit intressant med fler undersökningar kring strategin då det är vanligt förekommande på lokala gym. Vid beräkning av fullt kontra partiellt ROM används enligt Keitaro et al., (2019) (vikt x repetition x den totala rörelsesträckan i cm). I motsats till ovan kom tre olika studier (Werkhausen et al., 2021; Bazyler et al., 2014; Drinkwater et al., 2012) fram till att partiellt ROM har likvärdig eller större kraftutveckling än fullt ROM inom halva rörelsen i olika övningar och att partiellt ROM är till fördel för specificitet principen inom idrotter som använder mer utav en partiell rörelse.

Variation bland övningar

Variation bland övningar och olika intensitet kan påverka träningsvolymen och träningsresultatet, exemplifierat av bland annat Fonseca et al., (2014) där de såg att det var till fördel att byta övningar för styrkeutvecklingen. Det kan bero på att exempelvis flerledsövningar har större total volym än singel leds övningar då fler muskler är involverade med högre intensitet (Nunes et al., 2021). En övning som knäböj är en flerledsövning, har betydligt högre volym kontra en benspark som är en enledsövning på grund av den större belastning som kan hanteras (Nunes et al., 2021). En knäböj som utförs halvvägs resulterar i en mindre total volym, om den utförs med samma repetitionsintervall som fulla knäböj. Även muskelhypertrofi kan variera bland dessa utföranden. Det är därför svårt att jämföra träningsvolym (set x reps x vikt) bland olika övningar eller utföranden och blir därmed inte ett helt korrekt och giltigt sätt att mäta på då stimulansen i musklerna kan variera (Nunes et al., 2021). Enligt studien av Baz-Valle et al., (2019) resulterade variationer i övningar inte till en signifikant skillnad i styrka och muskeltjocklek men att en större träningsmotivation som på sikt kunde förbättra träningen. Att variera övningar ökar muskeltjockleken på olika delar av muskeln medan de som inte varierar övningar ökade på mer på ett specifikt ställe (Costa et al., 2021).

Muskelaktioner

Muskeln kan arbeta på flera olika sätt och detta kallas för muskelaktioner. Bland dessa finns koncentriskt (muskeln förkortas), isometrisk (ingen längdförändring i muskeln) och excentriskt (muskeln förlängs) arbete (Coratella, & Schena, 2016). Ett ben med fullt ROM tar längre tid att utföra än ett ben med partiellt ROM. För att tiden ska matcha mellan benen måste tiden i excentriska fasen för det partiella benet öka. Detta i sin tur kan påverka träningsresultatet. Muskeln klarar av cirka 50% mer kraft i den excentriska fasen till skillnad från den koncentriskta fasen (Chakshuraksha & Apanukul, 2021). Därmed finns det flera antaganden att den koncentriskta fasen bör tränas med mer TUT eller med högre vikt för större muskelhypertrofi och styrkeökningar (Kojić et al., 2021). En meta-analys av Davies et al., (2017) kom fram till att styrketräning med snabb koncentrisk fas med moderat intensitet påverka muskelstyrkan i högst grad kontra modern intensitet med låg och mellan hastighet kombinerat i de olika aktionerna.

Något att ta med sig är att excentriska fasen kräver mindre förbrukad energi och kallas därmed för negativt arbete (Bubbico & Kravitz, 2010) & (Hody et al., 2019). men ingen större skillnad på neuromuskulär trötthet mellan koncentriskt och excentrisk träning (Garnier et al., 2019). En excentrisk fas när muskeln är förlängd skapar större muskelskada än när muskeln är förkortad (Hody et al., 2019).

Tid under arbete (TUT)

Tid under arbete, eller tid under belastning, är en viktig variabel som påverkar träningsvolym. TUT betyder hur lång tid en person utför ett arbete/utförande på, det vill säga från att muskelkontraktionen startar i ett set till att muskelkontraktionen avslutas i ett set (Martins-Costa et al., 2021). En person som förflyttar en lägre vikt under en lång tidsintervall kan få likvärdiga resultat som en person med högre vikt under kortare tidsintervaller (Tanimoto et al., 2006). Studien visar att tid under arbete kan ha stor betydelse för styrka och muskelhypertrofi, även fast olika intensitet utförs. Att ha koll på TUT är viktigt eftersom ett större rörelseomfång i en styrkeövning där muskeln arbetar i hela extensioner till fulla flexioner tar längre tid vilket sätter högre belastning på muskeln. En person som knäböjer med större tid under arbete (TUT) skapar större påverkan på den metaboliska responsen än lägre TUT med

högre vikt, däremot ger högre vikt en högre muskelaktivering än hög TUT med lägre vikt. (Corradi et al., (2021).

1.3 Kunskapslucka

En systematisk översiktsartikel av Baz et al., (2021) kom fram till att det bästa tillvägagångssättet att kvantifiera träningsvolym är att mäta totalt utfört arbete (kraft[N] x förflyttning[m]) när man undersöker muskelhypertrofi. Dock är denna metod väldigt svår att jämföra mellan olika muskler och övningar. Forskningen säger att (sets x reps x vikt) är ett godtyckligt sätt att kvantifiera träningsvolym. Flera variabler kan påverka träningsvolymen. Variabeln rörelseomfång (ROM) nämns som betydelsefull i flera vetenskapliga studier men inkluderas sällan inom en beräkning av träningsvolym. Eftersom ROM har en stor betydelse inom styrketräning bör den tas till hänsyn mer inom kvantifiering av träningsvolym, och som en viktig variabel. Detta bekräftas av Valamatos et al., (2018) som utförde en vetenskaplig studie på 19 otränade män. De fick träna i en benspark med fullt kontra halverat rörelseomfång i 15 veckor. Resultatet visade att fullt rörelseomfång gav större effekt på generell styrka i helhet och att träna med full ROM är till fördel i dagliga aktiviteter men framför allt sportrelaterade uppgifter vilket tillåter lårmuskeln att skapa kraft snabbt. Detta är extremt värdefullt i explosiva sporter, men liknande muskelhypertrofi kunde ses bland testpersonerna i både full och partiell träning om träningsvolymen och var likvärdig. De såg att halverat rörelseomfång var till fördel för sporter där en halverad rörelse är standardiserat så kallat specificitetsprincipen. Studien av Valamatos et al., (2018) visar att ROM har en påverkan på träningsupplägg och är därmed relevant att fördjupa sig mer inom. ROM är relevant eftersom den har en påverkan på muskelstyrka och muskelhypertrofi, vilket tros bero på en högre mekanisk stress och förlängning av sarkomerer i muskeln. ROM påverkar även graden av muskelutmattning, ansträngning samt träningsvärk (Contró et al., 2016, Soares et al. 2015, Pincivero & Thomas. 2018). En längre rörelse har längre tid under arbete (TUT), och en förlängd TUT påverkar hormonella och metabolisk muskelrespons i högre grad vilket i sin tur påverkar muskelstyrkan och muskelhypertrofi från styrketräningen. För att få en djupare förståelse hur de två faktorerna påverkar varandra och träningsvolymen bör de vara mer kontrollerade inom upplägg av träningsprogram. (Vieira et al., 2019).

Det behövs fler studier om rörelseomfång för att klargöra dess betydelse för träningsvolym. En central fråga är hur musklerna påverkas av fulla respektive partiella ROM om belastningen (vikt) och intensiteten (TUT) är likvärdiga. Då vi sett att partiella rörelser i flera fall varit missgynnade. Hur ser det då ut när partiellt ROM kombineras med likvärdig TUT som full ROM, den totala tiden arbete utfört matchat med varandra. Precis som Tanimoto et al., (2006) beskrev att en rörelse på full ROM har längre TUT än en rörelse med partiellt ROM om hastigheten är detsamma. Därför använder den rådande studie av (sets x reps x vikt x tid) som beräkning för att kunna matcha samma träningsvolym och tiden utfört oberoende ben. På så sätt blir den totala belastningen likvärdig mellan benen men skillnaden är att benet med fullt ROM belastas i en större rörelsesträcka och måste därför röra sig snabbare än det partiella benet som belastas i en kortare rörelsesträcka och med långsammare hastighet. Detta väcker ett intresse om en frågeställning relevant för flertalet idrottarna och kunskapslucka i ämnet.

2 Syfte & Frågeställning

Syftet med detta arbete är att studera hur manipulering av ROM påverkar träningssvaret för två olika träningsprogram med samma mängd träningsvolym (definierat som; sets x reps x vikt x tid). Syftet är specifikt att studera hur ROM kan påverka ansträngningsgraden, prestationen i form av kraftutveckling under återhämningsperioden, men även en uppskattning på träningsvärk och de subakuta (inte helt akut) fysiologiska effekterna av dessa två träningsprogram och på så sätt estimerar betydelsen av ROM.

Frågeställning 1: Påverkar ROM i en benspark, trots samma träningsvolym, kraftutvecklingen i en statisk knäböj under återhämningsperioden?

Frågeställning 2: Påverkar ROM vid styrketräning i benspark, trots samma träningsvolym, graden av träningsvärk?

Frågeställning 3: Påverkar ROM vid styrketräning i benspark, trots samma träningsvolym, graden av upplevd ansträngning under passet?

Hypotes 1: Akut kommer ROM påverka i form av muskeltrötthet i full ROM kontra halvt ROM.

Hypotes 2: Träningsvärken kommer uppskattas högre hos full ROM på grund av att fler muskelfibrer potentiellt överbelastas och skadas under utförandet.

Hypotes 3: Ja. Full ROM kommer få upplevas mer ansträngande och få en högre nivå på Borgskalan.

3 Metod

Detta är en kvantitativ experimentell studie som sex personer deltog i där effekten av två olika träningsprogram studerades, ett för vardera ben, detta undersöktes genom att mäta kraftutveckling genom statisk knäböj före träningsprogrammet (vid baslinje) och 24 timmar efter träningsprogrammet. Träningsprogrammet bestod av knäextensioner i en benspark med samma träningsvolym fast olika rörelseomfång. Testpersonerna genomförde rörelserna med fullt ROM med ett ben samt partiellt med det andra benet. Under träningen angav testpersonerna graden av muskulär ansträngning via Borgskalan som är en subjektiv skattningsskala som skattar graden av upplevd fysisk ansträngning, cirka 24 och 48 timmar efter träningen gjordes en uppskattning på upplevd träningsvärk utifrån VAS som är ett subjektivt smärtskattningsskala från 0–100 på upplevd smärta. Bedömningen gjordes med hjälp av knäböj med ett ben (pistol squat) eftersom alla deltagare kunde utföra metoden samt att den sätter tillräckligt med belastning på främre lår för att kunna uppskatta träningsvärken, samt tillgänglig både på LTIV och hemifrån. Cirka 24 timmars återhämtning efter styrketräningen gjordes ett nytt test i statisk knäböj med ett ben för att se skillnaden på kraftutvecklingen. För att stärka den interna validiteten utgjorde deltagarna sin egen kontroll då de tränar med fullt ROM med det ena benet samt med partiell ROM med det andra benet. Val av ben för de olika träningsinterventionerna randomiserades hos deltagarna genom att deltagare ett använde höger ben som full ROM, deltagare två använde vänster ben som full ROM och så vidare. På detta sätt fick studien ut tre höger ben med fullt ROM samt tre vänsterben med fullt ROM, och vice versa. Benet med fullt ROM jämförde förändringen mellan baslinje och efter 24 tim återhämtning mätt i maximal kraftutveckling i statiska knäböjen. Virse versa för ben med partiellt ROM och på så sätt uppmättes en change mellan ben med fullt ROM och partiellt ROM. (se tabell 4)

3.1 Population & Miljö

Studien innefattades av fem män och en kvinna (n=6) samt avhopp från tre kvinnliga testpersoner. Fem deltagare hade höger ben som sitt dominanta ben och en deltagare hade vänster ben. Medelvärde och standardavvikelsen på testpersonernas ålder låg på 28 ± 1 , längd 178 ± 8 cm och vikt 90 ± 17 kg. Studien planerades för nio testpersoner men tre personer hoppade av på grund av följder från sjukdomar som Covid-19. Testpersonerna klassade sig själva som medelaktiva både inom styrketräning och inom idrotter som innebandy och fotboll. Testpersonerna rekryteras genom ansökningar och förfrågningar via sociala medier som Facebook. Alla tester genomfördes på Gymnastik- och idrottshögskolan, laboratoriet för tillämpad idrottsvetenskap (LTIV) med samma utrustning vid varje tillfälle och under bevakning för varje testomgång där testledaren följde ett protokoll.

3.2 Tester och Mätutrustning

Testerna genomfördes på LTIV den 2–4 december 2021 klockan 14:00-22:00, samt en enskild bedömning av träningsvärk med VAS hemifrån 5:e december för att få information angående träningsvärken 48 timmar efter första benspark testet. All utrustning samt utvalda tester fanns tillgängliga samt uppsatta på LTIV, och således utfördes alla moment på denna plats. Testerna som utfördes var ett träningsprogram bestående av knäextensioner i en bensparkmaskin, statisk knäböj med ett ben i taget där en kraftmätning gjordes, uppskattning av upplevd ansträngning via Borgskalan, samt bedömning av träningsvärk med en visuell analog skala (VAS). Testpersonerna ombads att äta likvärdigt alla tre dagar som testerna utfördes och inte äta något på två tim innan testtiden samt att undvika all form av prestationshöjande substanser som koffein under testdagarna. Testpersonerna fick även info om att inte träna nedre extremiteter från 1 december till 5 december. Detta för att inte ha en inverkan på testresultatet.

För att mäta kraftutvecklingen i en statisk knäböj med ett ben användes systemet 1D Force Plate System portable, Kistler KiJump Type 9229A som bestod av en kraftplatta. Programvaran som analyserade alla tester på kraftplattorna var MARS software. Kraftplattor är ett vedertaget och pålitligt verktyg för att mäta kraftutveckling, hoppförmåga samt upptäcka asymmetri i nedre extremiteter. Kraftplattorna visar på hög reliabilitet och validitet för statistiska tester,

counter movement jump tester (CMJ) och drop jump tester (DJ) (Sands et al., 2020). Då en statisk knäböj med ett ben görs utan rörelse, bedöms metoden som pålitlig med hög reliabilitet och validitet.

Träningsutrustningen som användes var en ”leg extension” benspark VR3 Cybex för benspark med ett ben i taget. Kraftmätningarna skedde i ett Power Rack / SPR1000Back av märket Body Solid, serie: Pro Club Line med valmöjligheter då räckets för chins kan justeras i olika höjder för utförandet av statisk knäböj. Uppvärmningen skedde på en motionscykel av modell 828E Novo Mini – Monark. För bedömning av värk användes en VAS i plast av märket Medema. Borgskalan skattades med hjälp av en visuell bild på Borgskalan. För mätning av knäledsvinkel vid statisk knäböj användes en vinkelmätare enligt fickmodell 17cm med märket Medema.

3.3 Utförande för varje testdag

Förtest 1 – Dag 1: Testpersonerna startade med att mäta sin längd och sedan bekanta sig med all utrustning dagen innan testet. Detta för att öka reliabiliteten på testerna så att dem inte känner sig obekväma dag 2 och mer bekväma dag 3 och på så sätt påverka studieresultatet. Testpersonerna började med att cykla fem minuter för att uppnå 10–11 på Borgskalan. Testpersonerna övade på benspark genom att utföra kontraktioner med både fullt och halvt ROM på en knävinkel på 120 grader i slutvinkel. När de kände sig uppvärmda fick de utföra repetition på ett ben där belastning höjdes stegvis fram tills att de nådde sin 1-repetitionmaximum (1RM) i fullt ROM. 1RM testet i bensparken gjordes för att få ut 65–70% av deltagarnas intensitet för träningsupplägget. Testpersonerna utförde bensparktestet av maximal styrka med ett ben i taget och med två minuters vila mellan varje försök per ben. Testpersonerna genomfördes 1RM testet cirka 24 timmar innan testdagen och inte under samma dag för att undvika en akut muskeltrötthet som kunnat påverka resultatet. Som avslut fick de alla testa på tre försök per ben i en statisk enbensknäböj med en knävinkel på 120 grader i slutvinkel. En randomisering skedde sedan utifrån vilket ben (höger/vänster) som ska utöva fulla/halva repetitioner under testerna fördelat 50/50% på testpersonerna.

Tillfälle 2 – Dag 2: Testpersonerna startade med invägning på en kraftplatta för att notera deras dagsvikt. De värmdes sedan upp fem minuter på en motionscykel och utförde sedan en djup enbensknäböj för att få ett basvärde för VAS. Deltagarna utförde sedan en statisk enbensknäböj på kraftplattan för att få fram ett basvärde på kraftutvecklingen. Som avslut genomförde deltagarna styrketestet där de använde en benspark för främre lår. De utförde fullt och partiellt rörelseomfång. Efter set 4 och 8 fick deltagarna skatta sin fysiska upplevda ansträngning i låret. (Se 3.3.1 & 3.3.3, & 3.3.4 för mer detaljer)

Tillfälle 3 – Dag 3: Tillfälle två skedde 24 timmar efter tillfälle ett. Testpersonerna genomförde en muskelkontraktion via en djup enbensknäböj där de angav graden av upplevd smärta med hjälp av VAS. Sedan värmdes de upp fem minuter på en motionscykel. Testpersonerna vägde sig sedan på kraftplattorna för att se dagsvikten. De genomförde en statisk enbensknäböj med höger respektive vänster ben enskilt. Tre försök per ben med två minuters vila för varje genomförande. (Se 3.3.2 & 3.3.3 & 3.3.4 för mer detaljer)

Tillfälle 4 – Dag 4: Testpersonerna genomförde en muskelkontraktion via ett djupt enbensknäböj på morgon/förmiddagen hemifrån. De skickade in en uppskattning på VAS till testledaren genom Messenger för bägge benen. Detta för att få information om träningsvärken 40–48 timmar efter benspark testet.

Tabell 1: Schema och tidsbeskrivning för testdag 1. min; minuter, Em; eftermiddag.

Tillfälle 2	Invägning	Uppvärmning	Enbensknäböj (VAS)	Statisk knäböj	Benspark	Borgskalan
Tid:	2 min	5 min	1 min	20 min	40 min	1 min

Tabell 2: Schema och tidsbeskrivning för tillfälle 3. VAS; visuell analog skala, min; minuter, Em; eftermiddag.

Tillfälle 3	Enbens- knäböj (VAS)	Uppvärmning	Invägning	Statisk knäböj
Tid:	1 min	5 min	2 min	20 min

3.3.1 Benspark (styrketräning)

Testtillfälle 2. Deltagarna startade med att värma upp fem minuter på en motionscykel där de höll en intensitet på 10–11 på Borgskalan. Först genomfördes muskelkontraktion via ett djupt enbensknäböj för att få fram ett basvärde på vardera ben i VAS. För att standardisera partiella benet mätte testledaren upp 120 grader i knäextension i bensparksmaskinen. Det partiella benet fick endast röra sig till 120 grader. En tejp bit sattes på maskin magasinet för att visa hur högt 120 grader är samt att testledaren höll handen vid 120 grader för varje repetition, detta för att underlätta för testpersonen och öka validiteten. Efter varje genomfört ben vilade testpersonerna två minuter innan nästa set. Testpersonerna värmdes upp på 30% av 1RM med 10 repetitioner per ben under set 1 i full ROM. Under set 2 höjdes intensiteten till 40% av 1RM med 10 repetitioner med fullt ROM. Härifrån var de redo för 8 set med 10 repetitioner på 65–70% av deras 1RM per ben. Testpersonerna utförde först 10 repetitioner med en intensitet på 70% av deras 1RM som avrundas till närmaste vikt alternativ, utförandet genomfördes med full ROM på ena benet där testledaren mätte hela setet i TUT så kallat hur lång tid setet tog. Efter två minuters vila utfördes 10 repetitioner med partiellt ROM på andra benet med samma TUT som på full ROM. Detta för att få en likvärdig träningsvolym på bägge benen då halv ROM möjligtvis hade genomförts på snabbare tid. Efter utförandet på set 4 frågade testledaren om en uppskattning av muskulär ansträngning via Borgskalan för vardera ben. Intensiteten sänktes sedan till 65% med en avrundning till närmaste vikt alternativ. Efter set 8 uppskattade testpersonerna den muskulär ansträngning i benet med hjälp av Borgskalan igen.

3.3.2 Upplevd träningsvärk (VAS)

För att besvara studiens frågeställning fick testpersonerna själva uppskatta sin träningsvärk med hjälp av en visuell analog skala (VAS) från 0–100. Träningsvärken kom ifrån att testpersonerna genomfört ett fullt eller partiellt rörelseomfång i en benspark för vardera ben slumpmässigt utvalt. Testet genomfördes under tre olika tillfällen utifrån VAS. Testpersonerna uppskattade sin lokala smärta i vardera ben på testtillfälle 2 genom att utföra enbensknäböj med endast sin egna kroppsvikt. Testet skedde före styrketräningen för att få ett basvärde hos varje deltagare. Deltagarna fick värma upp först i 5 minuter för att förhindra skador på en motionscykel sedan utföra ett enbensknäböj.

Testtillfälle 3, (18-24 timmar senare från tillfälle 2). Deltagarna genomförde ett enbensknäböj som första moment för dagen för att få ut ett uppskattningsvärde i träningsvärk efter att utfört styrketräning 24 timmar innan.

Testtillfälle 4, (18–24 timmar senare från tillfälle 3) Testpersonerna genomförde ett enbensknäböj test hemifrån och uppskattade bägge benen från 0–100 enligt VAS.

Utifrån uppskattningarna på vardera ben sammanställdes resultatet med ett medelvärde och standardavvikelse för fullt kontra partiellt rörelseomfång.

Frågan som ställdes till testpersonerna när de genomförde enbensknäböjen var:

- *“Uppskatta din träningsvärk i lårmuskeln på en skala av 0–100”*. Denna skala är tagen från VAS och används som ett skattningssinstrument för att uppskatta människors självskattning av smärta. Dock finns det inget smärtskattningssinstrument som är *“golden standard”* då allt är subjektivt och kan inte mätas objektivt, endast den enskilde personen kan skatta sin egen smärta (SFAI. 2010). Förklaringen till träningsvärk är inte riktigt underfund och flera teorier finns. En beskrivning för träningsvärk efter 0–48 timmar är konsekvenserna av mekanisk och metabolisk stress från fysiska aktiviteter. Träningsvärk är ett tecken på nedbrytning av muskelfibrer, därför rekommenderar flera tränare att ingen träning bör utföras på muskeln före smärtan är helt borta. Detta för att minimera risken för försämrade återhämtning och på sikt prestationen (Contrò, Mancuso & Proia. 2016)

3.3.3 Upplevd ansträngning (Borgskalan)

Frågan besvarades under testtillfälle 2 genom att testpersonerna uppskatta den egenupplevda fysiska ansträngningen under singel benbenspark där fullt eller partiellt rörelseomfång genomfördes med samma tid under arbete (TUT). Efter set 4 och 8 fick deltagarna frågeställningen:

- *“Uppskatta ansträngningsgraden i lårmuskeln på en skala av 6–20”*. Denna skala är tagen från Borgskalan och är en skattning av den egenupplevda fysiska ansträngningsgraden (Borg G. 1970). Utifrån resultatet på vardera ben sammanställdes resultatet med ett medelvärde och standardavvikelse för fullt kontra partiellt rörelseomfång kunde skapas.

3.3.4 Kraftutveckling i en statisk knäböj med ett ben

Testpersonerna genomförde ett statisk enbensknäböj totalt tre tillfällen. Första tillfället var på förtestet för att bekanta sig med alla redskap och testet. Testtillfälle 2 genomfördes det statiska enbensknäböj testet innan styrketräning för att få fram ett basvärde att jämföra emot. Testtillfälle 3 genomfördes statisk enbensknäböj igen för att jämföra mot basvärdet efter genomförandet av styrketräningen i bensparken. Ett medelvärde av högsta max kraften (N) togs ut till ett gemensamt medelvärde och jämförelse i standardavvikelser. Genom att jämföra basdatan (innan styrketräning) med 24 timmar senare (efter styrketräning) kunde ett resultat analyseras och på så sätt besvara frågeställning 1: *“Påverkar ROM i en benspark, trots samma träningsvolym, kraftutvecklingen i ett statisk enbensknäböj under återhämningsperioden?”*.

Testinformation angående statisk knäböj med ett ben

Testet går ut på att testpersonen står med ett ben på en kraftplatta som analyseras av programmet MARS software. Kraftplattan är placerad i en Power Rack bur med justerbar chinsräcke gjort av stål som placeras och låses fast ovanför personens axlar och övre rygg. Höjden anpassas till 120 graders knävinkel för varje testperson. Måttet som räknades ut från kraftplattan var max kraften (N) och det högsta värdet användes till ett medelvärde och standardavvikelse för samtliga deltagare (n=6). Varje person fick tre försök per ben med två minuters vila för varje enskilt set.

Ett statisk enbensknäböj har en god relation till 1RM utföranden och är ett validerat test för att se flerledsövningar och dess korrelation till maximal styrka eller 'stark eller svag' (Drake et al., 2018). Ett statisk enbensknäböj kan påverka vilket ben som är dominant och icke dominant. Att använda enbensknäböj undersöktes av Bishop et al., (2021) där de kom fram till att det mest pålitliga sättet att mäta statisk enbensknäböj är genom maxkraft (Peak Force) för att minimera skillnaderna mellan styrkan i benen. Av detta skäl randomiserades benen ut så att tre personer fick använda höger ben med fullt ROM och de tre andra använde vänster ben med fullt ROM. Andra benet utförde då partiellt ROM.

3.4 Datahantering

All data dokumenterades i Microsoft Excel för Windows. Denna mjukvara användes även för beräkning av medelvärden och standardavvikelse för alla variabler. För estimering av eventuella grundläggande skillnader mellan benen vad gäller 1-RM, kraftutveckling samt uppskattad värk användes Student's Paired T-Test. Övriga statistiska analyser utfördes i TIBCO Statistica för Windows (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA). Data kontrollerades först för normalfördelning med hjälp av histogram samt Shapiro-Wilks-test. För att utvärdera potentiella statistiska skillnader i maximal kraftutveckling, upplevd ansträngning (Borg) samt upplevd träningsvärk (VAS) användes en two-way repeated measures ANOVA med ROM (full vs partiell) samt tid som faktorer. Statistisk signifikansnivå sattes till $p < 0.05$. Figurerna i studien skapades i programmet GraphPad Prism. All data som presenteras är medelvärde \pm standardavvikelse om inget annat anges.

3.5 Etik

Samtliga deltagare behövde inte uppge någon känslig personlig information utan enbart information om ålder, kön, vikt, längd, träningsvana. Denna information lagras enbart under datahanteringen och kommer inte lagras efter studiens slutförande. Resultatet i denna studie kommer behandlas konfidentiellt. Det betyder att all information och resultat som behandlas under studiens gång kommer enbart användas som forskningsunderlag och ingen information ska kunna återspeglas och identifieras.

Deltagarna fick varsitt informationsblad. På informationsbladet står det allmänt om testerna och studiens syfte. De får även information om sina rättigheter angående testerna och personlig information. De får information om att de närsomhelst kan välja att avbryta, få tillgång till all behandlad information och ändring av den, ställa frågor om undersökningen/testerna och få dessa besvarade samt att det klargörs att all information om dem är anonymt och skyddat och att allt raderas efter att uppsatsen publicerats. Testpersonerna skrev under informationsbladet samt en hälsoenkät och godkände därmed insamlingen av denna info. Detta för att säkerhetsställa att all info nåtts ut till bägge parterna och vad som gäller vid skador. Testpersonerna fick även läsa och signera ett hälsoprotokoll där de fick ange information som kan påverka studien som sjukdomar, allergi och skador. De fick även godkänna delaktigheten i samband med att dem fick reda på att fysiska tester kan bestå en minimal skaderisk. Testpersonerna skulle exempelvis kunna göra illa sig i bensparken när de genomför sitt 1RM test och 8 set fullt och partiellt rörelseomfång. För att motverka skador fick alla deltagare värma upp på en motionscykel i fem minuter och två uppvärmningsset i benspark maskinen på vardera ben. I en statisk enbensknäböj där testpersonerna pressar hårt med ett ben mot en metallstång kan även uppge till skador på axlar, rygg men även nedre extremiteter. Några testpersoner använde sig av en tröja som skydd för axlar/rygg. Samtliga deltagare värmdes upp fem minuter på motionscykeln innan testet för att få i gång blodflödet och värmen i kroppen. Det är det viktigt att testpersonerna vet om risker och hur deras försäkring då ser ut. Den studie ansvarige förklarade syftet med studien till samtliga deltagare för att dem ska förstå nyttan med att ställa upp på studien. Syftet är att kunna se ROM betydelse i ett träningsprogram. Samtliga deltagare ansåg nyttan av att prestera sitt bästa före de minimala riskerna av att kunna skadas. De arvoderades även med ett personligt tränings- och matschema.

4 Resultat

Tester som genomfördes innan och efter träningspasset var kraftmätning i en lateral isometrisk knäböj (n=6), upplevd smärta benen genom VAS (n=6) och upplevd ansträngning under träningen med hjälp av Borgskalan (n=6). I samband med studien genomfördes totalt tre tester

av kraftutveckling vid en statisk knäböj med ett ben, tre tester av träningsvärk via VAS och två skattningar av upplevd ansträngning på Borgskala.

4.1 Resultat från träningspasset

På testdag 1 genomfördes åtta set på fullt och partiellt rörelseomfång i bensparken. Set 1–4 genomfördes med en intensitet på 70% av 1RM för samtliga sex testpersoner. Set 5–8 genomfördes med en intensitet på 65%. Vikten avrundades till närmaste viktplatta på benmaskinen, prioriterat avrundat ner. En sammanställning för alla deltagare gjordes. För fullt och partiellt rörelseomfång på set 1–4 visar $38,9 \pm 9,2$ kg. För fullt och partiellt rörelseomfång på set 5–8 visar $37,4 \pm 8,6$ kg (se tabell 2).

Tabell 2: Visar medelvärdet för antal kilogram och standardavvikelsen för varje set som genomfördes i bensparken för både fullt och partiellt rörelseomfång. kg; kilogram.

Sammanställning av benspark i kg								
Antal kg i fullt rörelseomfång								
Set:	1	2	3	4	5	6	7	8
kg	$38,9 \pm 9,2$	$38,9 \pm 9,2$	$38,9 \pm 9,2$	$38,9 \pm 9,2$	$37,4 \pm 8,6$	$37,4 \pm 8,6$	$37,4 \pm 8,6$	$37,4 \pm 8,6$
Antal kg i partiellt rörelseomfång								
Set:	1	2	3	4	5	6	7	8
kg	$38,9 \pm 9,2$	$38,9 \pm 9,2$	$38,9 \pm 9,2$	$38,9 \pm 9,2$	$37,4 \pm 8,6$	$37,4 \pm 8,6$	$37,4 \pm 8,6$	$37,4 \pm 8,6$

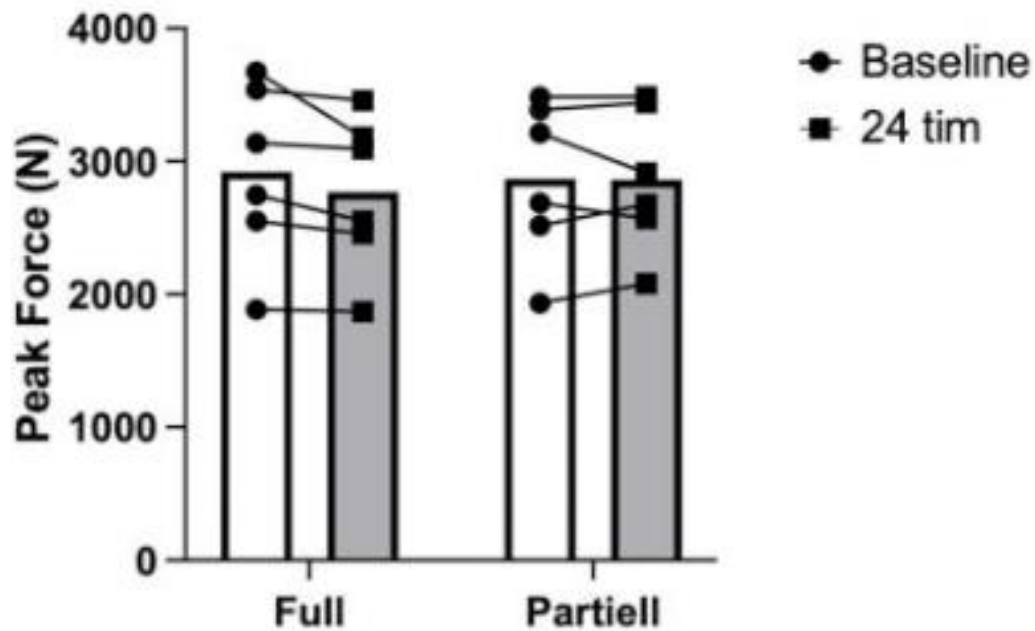
Antal repetitioner i en benspark togs ut från fullt ROM och partiellt ROM (se tabell 3).

Tabell 3: Visar antal repetitioner för varje set som genomfördes i bensparken för både fullt och partiellt rörelseomfång. Tabellen visar medelvärdet + standardavvikelsen för varje set som genomfördes. Medel: medelvärde; STD: standardavvikelse; Rep: Repetitioner;

Sammanställning av benspark i repetitioner								
Antal repetitioner i fullt rörelseomfång								
Set:	1	2	3	4	5	6	7	8
Rep	10±0	10±0	10±0	9,5±1,2	10±0	10±0	10±0	9,7
Antal repetitioner i partiellt rörelseomfång								
Set:	1	2	3	4	5	6	7	8
Rep	10±0	10±0	10±0	9,5±1,2	10±0	10±0	10±0	9,7

4.2 Kraftmätning i en statisk knäböj med ett ben

Vid baslinjen, innan träningspasset var medelvärdet för maximala kraftutvecklingen i en statisk knäböj 2922 ± 668 N för ben med fullt ROM medan ben för partiellt ROM uppmätte 2869 ± 600 N (Figur 1). Efter 24 timmar genomfördes samma test i en statisk knäböj för att jämföra muskeltrötthet som kan uppstå efter bensparken med fullt kontra partiellt ROM. Ben med fullt ROM uppmätte en maximal kraftutveckling på 2768 ± 584 N medan ben med partiellt ROM uppmätte 2861 ± 540 N. Den statistiska analysen visade dock inte på någon signifikant skillnad mellan benen och över tid ($P > 0,05$, Figur 1). Värt att notera var att alla ben som hade tränat med fullt ROM uppvisade en sänkt kraftutveckling 24 timmar efter träningen, medan enbart två av sex ben med partiellt ROM uppvisade en sänkning.



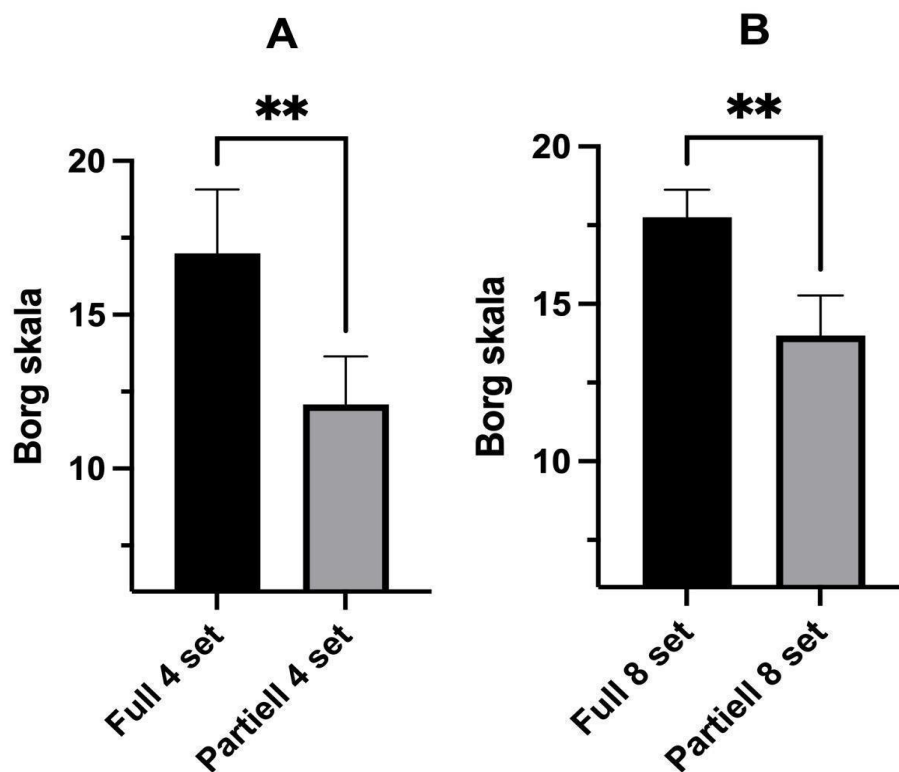
Figur 1: Jämförelse i peak force (maxkraft) mellan fullt rörelseomfång vid baslinje och 24 timmar, samt partiellt rörelseomfång vid baslinje och 24 timmar. Datapunkterna beskriver deltagarnas ($n=6$) individuella högsta peak force vid mätning. Staplarna visar deltagarnas medelvärde av högsta peak force för fullt och partiellt rörelseomfång uppmätt vid 24 timmar. Det var ingen signifikant skillnad i peak force mellan fullt rörelseomfång uppmätt vid baslinjen 24 timmar eller partiellt rörelseomfång uppmätt vid baslinjen och 24 timmar.

Tabell 4: (A) visar skillnaden i Peak force (N) mellan fullt rörelseomfång från teststillfälle 1 (baslinje) kontra fullt rörelseomfång 24 timmar efter teststillfälle. (B) visar skillnaden i Peak force (N) mellan partiellt rörelseomfång från teststillfälle 1 (baslinje) kontra partiellt rörelseomfång 24 timmar efter testdag. jfm: Jämförelse med;

	A	B
Testperson:	Fullt rörelseomfång Baslinje jfm. 24 timmar	Partiellt rörelseomfång Baslinje jfm. 24 timmar
1	-16	149
2	-96	160
3	-44	-299
4	-83	54
5	-194	-117
6	-490	4

4.3 Upplevd ansträngning

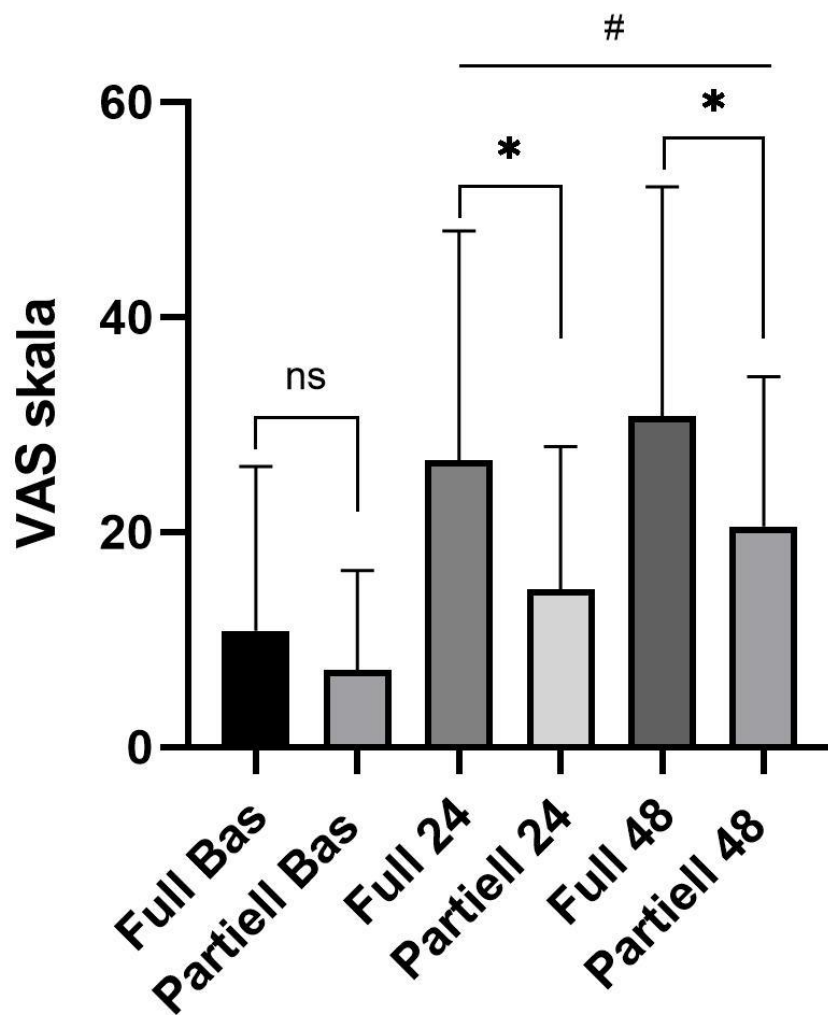
Under testdag 1 uppskattade testpersonerna deras upplevda fysiska ansträngning på en skala 6–20 i en bensparkmaskin. Efter fullt ROM 4 set resulterade i $17,00 \pm 2,07$ och 8 set $17,75 \pm 0,88$. Partiellt ROM resulterade i $12,08 \pm 1,56$ på set 4 och set 8 resulterade i $14,00 \pm 1,26$ på Borgskalan. Resultatet visade på en signifikant skillnad mellan fullt och partiellt ROM efter 4 likväl som 8 set benspark ($P < 0,001$; figur 2A och 2B).



Figur 2: Jämförelse i Borgskala mellan 4 kontra 8 set i benspark (VR3 Cybex) för fullt och partiellt rörelseomfång vid 4 set (figur A) och 8 set (figur B). Mätningen gjordes efter att deltagarna utfört 4 och 8 set i benspark maskinen i både fullt och partiellt rörelseomfång. Deltagarna fick efter 4 och 8 set uppskatta sin upplevda fysiska ansträngning i bägge nedre extremiteter genom Borgskalan. Staplarna visar medelvärdet och standardavvikelse av deltagarnas upplevda fysiska ansträngning efter 4 och 8 set med fullt och partiellt rörelseomfång. **: indikerar en signifikant skillnad $P < 0,01$;

4.4 Upplevd träningsvärk

Under testperioden genomfördes en smärtskattning tre gånger under tre tillfällen på vardera nedre extremitet. Basvärdet i ben med fullt ROM var $10,8 \pm 15,3$ och $7,2 \pm 9,3$ i ben med partiellt ROM, utan en signifikant skillnad i basal skattning ($P > 0,05$). Efter 24 timmar genomfördes en ny smärtskattning som resulterade i en ökning till $26,7 \pm 21,4$ i ben med fullt ROM och $14,7 \pm 13,3$ i ben med partiellt ROM, vilket var en signifikant skillnad mellan ben och över tid ($P < 0,05$). Efter 48 timmar genomfördes en ny smärtskattning där ben med fullt ROM ökade till $30,8 \pm 21,3$, vilket fortsatt var en signifikant högre skattning än i ben med partiellt ROM $20,5 \pm 14$ ($P < 0,05$). (se figur 3).



Figur 3: Jämförelse i estimerad smärtupplevelse mellan partiell och fullt rörelseomfång vid baslinje, efter 24 timmar och efter 48 timmar. Deltagarna estimerade sin smärtupplevelse i nedre extremiteter genom att gå ner i en enbensknäböj för vardera ben vid baslinje, efter 24 timmar och efter 48 timmar. Detta uppmättes med ett VAS instrument (Medema). Staplarna visar medelvärdet och standardavvikelsen från den fysiska smärtupplevelsen på en skala 0–100 mellan fullt och partiellt rörelseomfång under perioden baslinjen, efter 24 timmar och efter 48 timmar. ns: not significant; bas: baslinje; VAS: visuell analog skala; *: indikerar en signifikant skillnad över mellan ben, och # en signifikant skillnad över tid $P < 0,05$;

5 Diskussion

Sammantaget visar data på att träning med fullt ROM är mer ansträngande, orsakar mer träningsvärk samt tenderar till att sänka kraftutveckling vid återhämtningen jämfört med träning med partiellt ROM.

5.1 Kraftutveckling i statiskt knäböj med ett ben

I den isometriska knäböjen visades en tydlig minskning i benet som utfört fullt ROM för varje deltagare (n=6), men inte för det partiella benet. Minskningen var dock inte statistiskt signifikant vilket kan bero på det begränsade antalet deltagare som slutförde interventionen.

Gentil, Fisher & Steele, (2017) jämförde 23 studier på akuta och långvariga effekter av en- och flerledsövningar. Men ingen större skillnad hittades förutom från studien av Soares et al., (2015) där de studerade armbågsåterhämtning efter fler- och en-leds övningar hos vältränade män. De kom fram till att atleter inte kommer kunna prestera maximalt vad gäller kraft och styrka inom ramen av 24–48 timmar efter träning. Studien av Soares (2015) visade även att en övning som endast använder en muskelgrupp med en enstaka led, som bicepscurl, tar längre tid för återhämtning än flerledsövningar som involverar flera muskler och flera leder som exempelvis ryggrodd. Hur som helst kan en slutsats inte dras till rådande studie eftersom Soares et al., (2015) undersökte armbågsleden och inte knäleden. Men informationen kan vara till hjälp för att förstå skillnaden mellan knäextensioner och knäböj om rådande eller framtida studier väljer sig av en flerledsövning istället för en singelledsövning som styrkeprogram.

En större minskning har skett i benet med störst muskeltrötthet, dvs. det med fullt ROM, och mindre i det partiella benet vad gäller kraftutvecklingen. Något missvisande kan dock vara att testpersonerna genomförde styrketräningen i bensparken mellan klockan 16:30-21:30 på testtillfälle 2 medan under testtillfälle 3 ankom personerna löpandes mellan kl. 13:30-19:00. Detta betyder att några individer genomförde kraftutvecklingstestet innan 24 timmar hade gått, vilket således kan påverkat resultatet i form av att deltagarna som fick mindre återhämtningstid bör ha större påverkan i kraftutvecklingen. Resultatet visar en klar sänkning i kraftutveckling hos alla deltagarna i fullt ROM efter något mindre än 24 timmar, och likaså i det partiella benet hos två deltagare. Endast hos en deltagare var kraftutvecklingen högre i det partiella benet i

jämförelse med fulla benet. Det faktum att testet utfördes vid samma tidpunkt för båda benen minskar relevansen av att inte fulla 24 timmar hade gått. En subjektiv tanke att det kan bero på att en enskild muskel får ta all belastning i stället för att flera muskler jobbar ihop som i en flerledsövning, i och med att bensparken är en singel ledrörelse bör det påverkat quadriceps tillräckligt för att få fram en muskeltrötthet som kan bli uppmätt på ett kraftutvecklingstest. Det hade även varit intressant att se hur en knäböj på ett ben som styrketränningsmetod hade påverkat resultatet. Att standardisera det lika för alla deltagare var väldigt enkelt i en extremt låst rörelse som benspark och mindre felkällor kan uppträda än i olika former av knäböj som är en flerledsövning.

I en benspark används främre lårmuskeln (quadriceps femoris) som den primära arbetande muskelgruppen, men i denna studie genomförde deltagarna testet av kraftutveckling med en knävinkel på 120 grader i statiska knäböj med ett ben. Detta kan ha påverkat resultatet eftersom rumpmuskulaturen är i god position för att hjälpa till i kraftutvecklingen. Det hade således varit intressant att se om 90 grader hade varit mer lämpligt för att isolera främre lårmuskulaturen mer utifrån träningsschemat som testpersonerna genomförde då quadriceps som helhet hade en högre grad av muskeltrötthet. Tittar man på studien av Marchetti et al., (2016) som undersökte muskelaktivering i tre olika knävinklar, visade författarna att 90 graders knävinkel hade störst påverkan på quadriceps aktiveringen i ett knäböj. En annan studie av Lynch et al., (2021) undersökte reliabiliteten på olika knävinklar i en statisk knäböj, och kom fram till att 90 eller 120 grader inte spelade någon roll för uppmätning av maximal kraft. Båda positionerna hade en god validitet och reliabiliteten vid mätning i ett kraftutveckling test. Detta är en anledning till att 90 och 120 grader är vanligast inom litteratur och studier. Men en annan studie av Palmer et al., (2018) kom fram till att deltagarna kunde skapa högre maximal kraft och snabbare kraftutveckling i en knäposition på 150 grader i stället för 90 eller 120 grader i en statisk knäböj.

Varje deltagare visade på en sänkning av maximal kraftutveckling i benet med fullt ROM efter cirka 24 timmar, medan för benet med partiellt ROM varierade kraftutvecklingen där enbart två av sex personer visade på en sänkning av kraftutvecklingen 24 timmar senare. Det tyder på att en större muskelskada och muskeltrötthet har uppstått i benet med fullt ROM (Soares et al., 2015). Frågan är då om sänkt kraftutveckling är ett bra mått på träningseffekten och är det

positivt för exempelvis hypertrofi att kraften sjunker vid återhämningsperioden. Studien av Damas et al. (2016) visar på att när muskeln har hög grad av muskelskada i Z-banden finns även hög myofibrillär proteinsyntes (MyoPS, dvs. nybildning av muskelprotein). Under periodens gång minskas muskelskadorna och likaså MyoPS, dock utan en påvisad signifikant relation till hypertrofi. När kroppen anpassat sig till träningen och muskelskadorna minskades under styrketräningsperioden ändras MyoPS till att hjälpa till att öka hypertrofi till större grad än endast för reparation. Under perioden med mest muskelskada presterade deltagarna som lägst i maximal viljemässig styrka (MVC, vilket kan likställas med maximal kraftutveckling i rådande studie) samt att deltagarna skattade sin träningsvärk som högst. Muskelhypertrofi är ett huvudresultat från styrketräning, men hur det exakt går till är fortfarande okänt. Utifrån studien av Damas et al. (2016) kan det antas att en påtaglig sänkning i kraftutveckling under återhämningsperioden inte behöver betyda positivt för hypertrofi eller tecken på ökad styrka. Men med styrketräning "förfinas" MyoPS med tiden och muskelökning tillkommer som visade på signifikant skillnad. Men för att muskelhypertrofi ska kunna ske krävs det även att personen tränat till eller precis innan total muskeltrötthet (Lacio et al., 2021) som resulterar i att muskeln blir tröttare under 0–48 timmar.

Testpersonerna i rådande studie hade hög träningsvana vilket gör dem mer påtaglig för ny stimuli och muskelskada som följd efter ett träningspass. En subjektiv tanke är att utföra fullt ROM involverar större antal muskelfibrer vilket är mer ansträngande, tröttar ut muskeln mer, skapar större träningsvärk och på sikt en bättre hypertrofi.

5.2 Upplevd ansträngning under bensparken

Studien resulterade på en signifikant skillnad i fysisk ansträngning mellan fullt och partiellt rörelseomfång i en benspark mätt efter det 4:e och 8:e setet. Majoriteten av deltagarna uppskattade ansträngningen högre efter 8 set än 4 set, detta trots minskning i belastning med cirka 5% efter fjärde setet. Att genomföra fullt ROM under ett träningspass är mer fysiskt påfrestande än att genomföra partiellt ROM med samma träningsvolym och TUT. I enlighet med rådande studies hypotes visade resultatet att alla deltagare skattade full ROM betydligt mer ansträngande än partiellt ROM. Här kan relevanta jämförelser göras med studien av Pincivero & Thomas (2018) som undersökte upplevd ansträngning via Borgskalan vid träning

med olika knäleds vinklar i en benspark (10, 30, 50, 70 och 90 grader). De kom fram till att 90 grader skattades högst ansträngande, vilket också var den längsta rörelsen. Något intressant att nämna var dock att resultatet i studien visade på en signifikant skillnad på att 10 graders benspark var mer ansträngande än 30 graders benspark. Vilket betyder att en kortare rörelse kan i vissa fall var mer ansträngande. Deras slutsats är att det inte alltid behöver vara hur långt muskeln kontraherar och sträcker ut sig som avgör ansträngning utan även att vilken grad leden jobbar i är en faktor att ta med. Resultatet i rådande studie stämmer väl överens med Pincivero & Thomas (2018), dvs. att en full längd ROM var mest ansträngande. Uppskattning av ansträngning vid ROM stämmer även överens med Pincivero, Timmons & Elsing. (2010) studie, där deltagarna skattade högre när de fick utföra övningar med ett högre vridmoment i axelleden. I jämförelse med andra studier som Duncan, Al-Nakeeb & Scurr (2006) där olika belastningar i en benspark studerades, kom de fram till att 90% av 1RM var jobbigare än 60 och 30% trots samma träningsvolym. Liknande resultat kunde även ses i två studier av McGuigan, Egan & Foster (2004); Day, McGuigan, Brice & Foster (2004). I rådande studie sänktes intensiteten från 70% till 65% efter 4 set. Trots detta skattade majoriteten av deltagarna högre fastän den lägre belastning. Styrketräning skapar en mentalt och muskeltrötthet Spencer, (2016), och således bör en högre träningsvolym med fler set påverkat deltagarnas upplevda ansträngning trots en 5% minskning i intensitet. En 5% minskning i belastning kan varit för litet för att upplevda ansträngning skulle minska. Sammantaget tyder detta på att upplevd ansträngning ackumuleras under passet och speglar inte direkt den rådande ansträngningsgraden rent muskulärt.

Benet som utfört partiellt ROM matchade träningsvolym i tid under arbete med det ben som utfört fullt ROM. Detta eftersom fullt ROM tar längre tid än ett partiellt ROM att genomföra med samma hastighet. Det betyder att det partiella benet utförde ett tidsmässigt längre excentriskt utförande. Ett excentriskt utförande kräver inte lika mycket energi, rekryterar färre motorenheter fastän den excentriska fasen kan skapa större kraft (Bubbico & Kravitz, 2010; Hody et al., 2019). Det kan vara en faktor att poängtera till varför upplevd ansträngning i det partiella benet var signifikant lägre.

5.3 Rörelseomfång och dess påverkan på träningsvärk

Studien resulterade i en signifikant skillnad på upplevd träningsvärk vid genomförandet av fullt kontra partiellt rörelseomfång i en benspark där deltagarna genomfört 8 set med varje ben. Detta indikerar på att fullt ROM ger mer träningsvärk än partiellt ROM trots samma träningsvolym och TUT. Medelvärdet av uppskattning i träningsvärk ökade för varje dag (baslinje 0-, 24-, 48 timmar) för deltagarna. Resultatet stämmer överens med studien av (Contró et al. 2016) där man såg att 24–48 timmar efter fysisk aktivitet är då träningsvärken var som störst och att en svullnad och styvhet i det tränade området kan kvarstå i 1–4 dagar tillsammans med en minskning i styrka. I enlighet med rådande studie visar hypotesen på att uppskattningen av träningsvärken kommer vara högre vid fullt ROM än partiellt ROM på grund av att fler muskelfibrer potentiellt överbelastas och skadas under utförandet (Contró et al., 2016). Eftersom alla deltagare (n=6) minskade i maximal kraftutveckling i benet med fullt ROM efter 24 timmar, kan det tänkas ha ett rimligt samband med träningsvärken som ökade stegvis och den samtida minskningen i kraftutveckling. I jämförelse med studien av Sadacharan & Seo. (2021), där de jämfört excentrisk träning inom partiellt (60 grader) och fullt ROM i olika leder och muskelgrupper, och där fullt ROM resulterade i störst muskelvärk. Att full ROM gav upphov till mest muskelvärk stämmer överens med den rådande studien. Fullt ROM tar längre tid att utföra än ett partiellt ROM i en benspark. För att matcha TUT och träningsvolymen mellan de olika rörelseomfång, fick det partiella benet utföra arbetet i ett långsammare tempo tills tidens matchade med fullt ROM. Detta ökade tiden för den excentriska fasen bland deltagarna och vi vet att excentrisk träning har god korrelation till träningsvärk (Hedayatpour, Arendt & Falla. 2014). Detta var inte fallet i rådande studie. Fullt ROM med kortare tidsmässig excentrisk fas gav mer träningsvärk en partiellt ROM med tidsmässigt länge excentrisk fas. Sammantaget indikerar detta på att det är graden av stretch hos muskelfibrerna vid den excentriska fasen som är mer betydelsefull för att åstadkomma muskelskada än själva tiden för den excentriska fasen.

5.4 Styrkor och svagheter

På grund av oväntade avhopp precis innan studiens start ($n=3$) finns det en sannolikhet att testet av maximal kraftutveckling vid knäböj på ett ben inte resulterade i någon signifikant skillnad på grund av antalet deltagare. Det hade varit rimligt att involvera 10–15 testpersoner i studien för tillräcklig statistisk styrka. För att göra studien bättre till framtiden behövs en större population, samt en knävinkel på 90 grader i statiska benböjen för en mer mekanisk fördel för isolering av lårmuskeln (Marchetti et al., 2016). Flera deltagare nämnde även att dem fick ont i övre rygg av att pressa mot den hårda stängen i metall vid den statiska knäböjen. Att använda något mjukt runt stängen som smärtdämpande kan ha förbättrat resultaten för samtliga deltagare.

Det hade varit intressant att se en studie där en jämförelse mellan partiellt ROM med en tyngre vikt kontra fullt ROM med lägre vikt med samma TUT och hur det hade påverkat styrka eller muskelhypertrofi under en längre period. Detta är för att se om partiella rörelser kan vara till fördel med en högre intensitet men lägre ROM. Problemet är att träningsvolymen blir olika varandra om intensiteten varierar i olika ROM. Dock är det vanligt förekommande på anläggningar som lokala gym att individer använder sig av tyngre belastning med lägre ROM. En sådan studie hade kunnat bevisa eller motbevisa handlingen och på så sätt hjälpa flera styrketränare.

Flertal studier mäter träningsvärk eller muskeltrötthet på 0, 24 och 48 timmar. För vissa deltagare i rådande studie diffade tiden genom att dem utfört tester inom ramen av 18 till 24 timmar. Exempelvis på detta är när deltagarna utför djupa enbensknäböj för att uppskatta träningsvärken. Visa deltagare utförde styrketräningen mellan 19-21:30 på testtillfälle 2 medan kraftmätningen skedde 16:30-20:00 på testtillfälle 3. Det betyder att vissa deltagare hade mindre än 24 timmars återhämtning som på kan påverka resultatet i kraftmätningen. Däremot visar studien av Deli, et al., (2017) att yngre pojkar kan peaka i träningsvärk redan efter 4,5 timma och bland äldre män i 35 årsåldern peakade träningsvärken vid 24 timmar. Det kan funnits ett mellanläge mellan yngre pojkar och medelålders män.

Rådande studie använde sig av kraft platt systemet 1D Force Plate system portable, Kistler KiJump. Kraftplattan är mycket noggrann och vikter och kraftmätningar kommer inte skilja sig för olika tillfällen vilket ger metoden en god reliabilitet. Fem av sex personer hade god träningsvana och hade använd bensparken och knäböj flertalet gånger innan studien. Detta stärker validiteten då deltagarna möjligtvis inte förbättrar sina resultat endast av att förbättra teknik och vana i testerna och på så sätt får studien fram mer trovärdiga resultat, av samma skäl fick testpersonerna komma en dag tidigare för att testa på alla maskiner och tester.

6 Slutsats

Syftet med detta arbete är att studera hur manipulering av ROM påverkar träningssvaret för två olika träningsprogram med samma mängd träningsvolym (definierat som; sets x reps x vikt x tid). Syftet är specifikt att studera hur ROM kan påverka ansträngningsgraden, prestationen i form av kraftutveckling under återhämtningsperioden, men även en uppskattning på träningsvärk och de subakuta (inte helt akut) fysiologiska effekterna av dessa två träningsprogram och på så sätt estimerar betydelsen av ROM. Resultatet visade på en icke signifikant förändring i kraftutveckling för både fullt och partiellt ROM i ett statisk enbensknäböj. Detta kan bero på det begränsade antalet deltagare ($n=6$) och därför går det inte att uttala sig med säkerhet, och flera studier med större statistisk power behöver undersöka detta. Sammantaget visar data på att träning med fullt ROM är mer ansträngande, orsakar mer träningsvärk samt tenderar till att sänka kraftutveckling vid återhämtningen jämfört med träning med partiellt ROM med samma mängd träningsvolym och TUT. Deltagarna ansåg att dem kom närmare total muskeltrötthet i fullt ROM i en benspark. Detta påverkade deltagarna genom en minskning i kraftutvecklingen 18–24 timmar senare samt större träningsvärk 24–48 timmar.

Träningsvolym definieras inom litteraturen primärt som (set x vikt x reps), men för att matcha fullt ROM med partiellt ROM i denna studie beräknades volymen som (set x vikt x reps x tid) på grund av att fullt ROM arbetar under en längre tid. Eftersom fullt ROM påverkade alla variabler i högre grad föreslår denna studie att använda sig av beräkningen av

(set x reps x vikt x tid x % av fullt ROM) för att ge en förbättrad bild av träningsvolymen mellan fullt ROM och partiellt ROM.

Käll- och litteraturförteckning

Baz-Valle, E. , Fontes-Villalba, M. & Santos-Concejero, J. (2021). Total Number of Sets as a Training Volume Quantification Method for Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35 (3), 870-878. DOI: [10.1519/JSC.0000000000002776](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002776).

Baz-Valle, E., Schoenfeld, B. J., Torres-Unda, J., Santos-Concejero, J., & Balsalobre-Fernández, C. (2019). The effects of exercise variation in muscle thickness, maximal strength and motivation in resistance trained men. *PloS One*, 14(12), e0226989. DOI: [10.1371/journal.pone.0226989](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226989)

Bazyler, C. D., Kimitake Sato, Wassinger, C. A., Lamont, H. S., & Stone, M. H. (2014). The Efficacy Of Incorporating Partial Squats In Maximal Strength Training. *Journal Of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3024–3032. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000465](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000465)

Bubbico, A., & Kravitz, L. (2010). ECCENTRIC EXERCISE: A comprehensive review of a distinctive training method. *IDEA Fitness Journal*, 7(9), 50–59. *Conditioning Research*, 28(11), 3024–3032. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000465](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000465)

Bishop, C., Read, P., Lake, J., Loturco, I., Dawes, J., Madruga, M., Romero-rodrigues, D., Chavda, S., & Turner, A. (2021). Unilateral Isometric Squat: Test Reliability, Interlimb Asymmetries, And Relationships With Limb Dominance. *Journal Of Strength & Conditioning Research*, 35, S144–S151. DOI: [10.1519/JSC.0000000000003079](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003079).

Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M., & Raastad, T. (2013). Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 113(8), 2133–2142. DOI: [10.1007/s00421-013-2642-7](https://doi.org/10.1007/s00421-013-2642-7)

Bompa, T. O. & Haff, G. G. (2009). Periodization (5 uppl.). Human Kinetics. *Theory and Methodology of Training*.

Borg G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 2, 92-98.

Chakshuraksha, P., & Apanukul, S. (2021). Effects of Accentuated Eccentric Loading Combined with Plyometric Training on Strength, Power, Speed, and Agility in Male Rugby Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 24(3), 21–29. ISSN [1097-9751](https://doi.org/10.1097-9751)

Costa, B. D. de V., Kassiano, W., Nunes, J. P., Kunevaliki, G., Castro-E-Souza, P., Rodacki, A., Cyrino, L. T., Cyrino, E. S., & Fortes, L. de S. (2021). Does Performing Different Resistance Exercises for the Same Muscle Group Induce Non-homogeneous Hypertrophy? *International Journal of Sports Medicine*, 42(9), 803–811. DOI: [10.1055/a-1308-3674](https://doi.org/10.1055/a-1308-3674)

Contrò, V., Mancuso, E. P., & Proia, P. (2016). Delayed Onset Muscle Soreness (Doms) Management: Present State Of The Art. *Trends In Sport Sciences*, 23(3), 121–127. ISSN [2299-9590](https://doi.org/10.1007/978-95-90)

Coratella, G., & Schena, F. (2016). Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 41(11), 1184–1189. DOI: [10.1139/apnm-2016-0321](https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0321)

Corradi, E. F. F., Lanza, M. B., Lacerda, L. T., Andrushko, J. W., Martins-Costa, H. C., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., & Chagas, M. H. (2021). Acute physiological responses with varying load or time under tension during a squat exercise: A randomized cross-over design. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 24(2), 171–176. DOI: [10.1016/j.jsams.2020.07.015](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.07.015)

Damas, F., Phillips, S. M., Libardi, C. A., Vechin, F. C., Lixandrão, M. E., Jannig, P. R., Costa, L. A. R., Bacurau, A. V., Snijders, T., Parise, G., Tricoli, V., Roschel, H., & Ugrinowitsch, C. (2016). Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *The Journal of Physiology*, 594(18), 5209–5222. DOI: [2047/10.1113/JP272472](https://doi.org/10.1113/JP272472)

Davies, T., Kuang, K., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2017). Effect of Movement Velocity During Resistance Training on Dynamic Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(8), 1603–1617. DOI: [10.1007/s40279-017-0676-4](https://doi.org/10.1007/s40279-017-0676-4)

Day, M. L., Mcguigan, M. R., Brice, G., & Foster, C. (2004). Monitoring Exercise Intensity during Resistance Training Using the Session Rpe Scale. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 353–358. ISSN: [1064-8011](https://doi.org/10.1064-8011)

Deli, C. K., Fatouros, I. G., Paschalis, V., Georgakouli, K., Zalavras, A., Avloniti, A., Koutedakis, Y., & Jamurtas, A. Z. (2017). A Comparison of Exercise-Induced Muscle Damage Following Maximal Eccentric Contractions in Men and Boys. *Pediatric Exercise Science*, 29(3), 316–325. DOI: [10.1123/pes.2016-0185](https://doi.org/10.1123/pes.2016-0185)

Duncan, Al-Nakeeb & Scurr. (2006). Perceived Exertion is Related to Muscle Activity During Leg Extension Exercise. *Research in Sports Medicine*, 14(3), 179–189. DOI: [10.1080/15438620600854728](https://doi.org/10.1080/15438620600854728)

Drake, D., Kennedy, R., & Wallace, E. (2018). Familiarization, validity and smallest detectable difference of the isometric squat test in evaluating maximal strength. *Journal of Sports Sciences*, 36(18), 2087–2095. ISSN: [0264-0414](https://doi.org/10.1080/0264-0414)

Drinkwater, E. J., Moore, N. R., & Bird, S. P. (2012). Effects of changing from full range of motion to partial range of motion on squat kinetics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 890–896. DOI: [10.1519/JSC.0B013E318248AD2E](https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318248AD2E)

FitnessHealth101 (2021-10-24) Strength training. *FitnessHealth101.com*

URL: fitnesshealth101.com/fitness/weight-training/strength-training

Fonseca, R. , Roschel, H. , Tricoli, V. , de Souza, E. , Wilson, J. , Laurentino, G. , Aihara, A. , de Souza Leão, A. & Ugrinowitsch, C. (2014). Changes in Exercises Are More Effective Than in Loading Schemes to Improve Muscle Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (11), 3085-3092. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000539](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000539).

Garnier, Y. M., Paizis, C., & Lepers, R. (2019). Corticospinal changes induced by fatiguing eccentric versus concentric exercise. *European Journal of Sport Science*, 19(2), 166–176. ISSN: [1746-1391](https://doi.org/10.1080/17461391)

Gentil, P., Fisher, J., & Steele, J. (2017). A Review of the Acute Effects and Long-Term Adaptations of Single- and Multi-Joint Exercises during Resistance Training. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(5), 843–855. DOI: [10.1007/s40279-016-0627-5](https://doi.org/10.1007/s40279-016-0627-5)

Hedayatpour, N., Arendt, N. L., & Falla, D. (2014). Facilitation of quadriceps activation is impaired following eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2), 355–362. ISSN: [0905-7188](https://doi.org/10.1080/09057188)

Hody, S., Croisier, J.-L., Bury, T., Rogister, B., & Leprince, P. (2019). Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. *Frontiers in Physiology*, 10, 536. DOI: [10.3389/fphys.2019.00536](https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00536)

Keitaro , K., Toshihiro, I. & Hideaki, Y. (2019). Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *European Journal of Applied Physiology*. 119:1933–1942. DOI: [10.1007/s00421-019-04181-y](https://doi.org/10.1007/s00421-019-04181-y)

Kojić, F., Ranisavljev, I., Ćosić, D., Popović, D., Stojiljković, S., & Ilić, V. (2021). Effects of resistance training on hypertrophy, strength and tensiomyography parameters of elbow flexors:

role of eccentric phase duration. *Biology of Sport*, 38(4), 587–594. ISSN: [1439-6319](#)

Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2019). Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *European Journal of Applied Physiology*, 119(9), 1933–1942. DOI: [10.1007/s00421-019-04181-y](#)

Lacio, M., Vieira, J. G., Trybulski, R., Campos, Y., Santana, D., Filho, J. E., Novaes, J., Vianna, J., & Wilk, M. (2021). Effects of Resistance Training Performed with Different Loads in Untrained and Trained Male Adult Individuals on Maximal Strength and Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21). DOI: [10.3390/ijerph182111237](#)

Lynch, A. E., Davies, R. W., Jakeman, P. M., Locke, T., Allardyce, J. M., & Carson, B. P. (2021). The Influence of Maximal Strength and Knee Angle on the Reliability of Peak Force in the Isometric Squat. *Sports (Basel, Switzerland)*, 9(10). DOI: [10.3390/sports9100140](#)

Maestroni, L., Read, P., Bishop, C., Papadopoulos, K., Suchomel, T. J., Comfort, P., & Turner, A. (2020). The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: *Practical Applications for Interdisciplinary Care*. *Sports Medicine*, 50(8), 1431–1450. DOI: [10.1007/s40279-020-01309-5](#)

Massey, C. D., Vincent, J., Maneval, M., Moore, M., & Johnson, J. T. (2004). An analysis of full range of motion vs. partial range of motion training in the development of strength in untrained men. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3), 518–521. ISSN: [1064-8011](#)

Martínez-Cava, A., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Morán-Navarro, R., González-Badillo, J., Pallarés, J. (2019) Bench Press at Full Range of Motion Produces Greater Neuromuscular Adaptations Than Partial Executions After Prolonged Resistance Training,

Journal of Strength and Conditioning Research:

DOI: [10.1519/JSC.0000000000003391](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003391)

Martins-Costa, H. C. , Lacerda, L. T. , Diniz, R. C. , Lima, F. V. , Andrade, A. P. , Peixoto, G. H. , Gomes, M. C. , Lanza, M. B. , Bembem, M. G. & Chagas, M. H. (2021). Equalization of Training Protocols by Time Under Tension Determines the Magnitude of Changes in Strength and Muscular Hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research, Publish Ahead of Print* , DOI: [10.1519/JSC.0000000000004004](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004004).

McGuigan, M. R., Egan, A. D., & Foster, C. (2004). Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(1), 8–15. ISSN: [1303-2968](https://doi.org/10.1080/13032968.2004.10555555)

Nationalencyklopedin. (15 januari 2022). *Uppslagsverket*. NE. URL: <https://www.ne.se/s%C3%B6k/?t=uppslagsverk&q=>

Nunes, J. P., Kassiano, W., Costa, B. D. V., Mayhew, J. L., Ribeiro, A. S., & Cyrino, E. S. (2021). Equating Resistance-Training Volume Between Programs Focused on Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine*, 51(6), 1171–1178. DOI: [10.1007/s40279-021-01449-2](https://doi.org/10.1007/s40279-021-01449-2)

Pallarés, J. G., Hernández, B. A., Martínez, C. A., Vetrovsky, T., Steffl, M., & Courel, I. J. (2021). Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(10), 1866–1881. DOI: [10.1111/sms.14006](https://doi.org/10.1111/sms.14006)

Palmer, T. B., Pineda, J. G., & Durham, R. M. (2018). Effects of Knee Position on the Reliability and Production of Maximal and Rapid Strength Characteristics During an Isometric Squat Test. *Journal of Applied Biomechanics*, 34(2), 111–117. ISSN: [1065-8483](https://doi.org/10.1080/10658483.2018.1512345)

Pincivero, D. M., & Thomas, S. M. (2018). The Effects of Knee Joint Angle and Contractor Intensity on Perceived Exertion. *Perceptual & Motor Skills*, 125(6), 1123–1139. DOI: [10.1177/0031512518797859](https://doi.org/10.1177/0031512518797859)

Pincivero, D. M., Timmons, M. K., & Elsing, D. (2010). RPE angle effects in young and middle-aged adults. *International Journal of Sports Medicine*, 31(4), 257–260. DOI: [10.1055/s-0030-1247551](https://doi.org/10.1055/s-0030-1247551)

Pinto, R. S., Gomes, N., Radaelli, R., Botton, C. E., Brown, L. E., & Bottaro, M. (2012). Effect of range of motion on muscle strength and thickness. *Journal of strength and conditioning research*, 26(8), 2140–2145. DOI: [10.1055/s-0030-1247551](https://doi.org/10.1055/s-0030-1247551)

Sadacharan, C. M., & Seo, S. (2021). Effect of Large Versus Small Range of Motion in the Various Intensities of Eccentric Exercise-Induced Muscle Pain and Strength. *International Journal of Exercise Science*, 14(7), 1–18. ISSN: [1939-795X](https://doi.org/10.1055/s-0030-1247551)

Sands, W. A., Bogdanis, G. C., Penitente, G., Donti, O., McNeal, J. R., Butterfield, C. C., Poehling, R. A., & Barker, L. A. (2020). Reliability and validity of a low-cost portable force platform. *Isokinetics & Exercise Science*, 28(3), 247–253. DOI: [10.3233/IES-202106](https://doi.org/10.3233/IES-202106)

Synonymer.se (15 januari 2022). Synonymer. URL: <https://www.synonymer.se/sv-syn/set>

Souza, D., Barbalho, M., & Gentil, P. (2020). The Impact of Resistance Training Volume on Muscle Size and Lean Body Mass: To Infinity and Beyond? *Human Movement*, 21(4), 18–29. DOI: [10.5114/hm.2020.94199](https://doi.org/10.5114/hm.2020.94199)

Soares, S., Ferreira-Junior, J. B., Pereira, M. C., Cleto, V. A., Castanheira, R. P., Cadore, E. L., Brown, L. E., Gentil, P., Bembem, M. G., & Bottaro, M. (2015). Dissociated Time Course of Muscle Damage Recovery Between Single- and Multi-Joint Exercises in Highly Resistance-Trained Men. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2594–2599. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000899](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000899)

Spencer, N. D. (2016). Effects of Strength Training on Fatigue and Performance in Elite Athlete - a Brief Review. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 24(5), 70–77. ISSN: 1835-7644

Svensk Förening för Anestesi och Intensivvård (SFAI). *Riktlinjer för postoperativ smärtbehandling*: Revidering oktober 2010. Webb: <https://sfai.se/wp-content/uploads/files/21-9%20Riktlinjer%20f%C3%B6r%20postoperativ%20sm%C3%A4rtbehandling%20B.pdf>

Tanimoto, M., & Ishii, N. (2006). Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *Journal of Applied Physiology*, 100(4), 1150–1157. DOI: [10.1152/jappphysiol.00741.2005](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00741.2005)

Valamatos, M. J., Tavares, F., Santos, R. M., Veloso, A. P., & Mil-Homens, P. (2018). Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. *European Journal of Applied Physiology*, 118(9), 1969–1983. DOI: [10.1007/s00421-018-3932-x](https://doi.org/10.1007/s00421-018-3932-x)

Vieira, J. G., Dias, M. R. C., Lacio, M., Schimitz, G., Nascimento, G., Panza, P., Ribeiro, M., Ribeiro, A., Leitão, L., Novaes, J., & Vianna, J. (2019). Resistance Training with Repetition to Failure or Not on Muscle Strength and Perceptual Responses. *Journal of Professional Exercise Physiology*, 16(3), 165–175. ISSN: 1097-9751

Werkhausen, A., E Solberg, C., Paulsen, G., Bojsen-Møller, J., & Seynnes, O. R. (2021). Adaptations to explosive resistance training with partial range of motion are not inferior to full range of motion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(5), 1026–1035. DOI: [10.1111/sms.13921](https://doi.org/10.1111/sms.13921)

Wernbom, M. Augustsson, J. (2004) Träningsvolym vid styrketräning: ett set eller flera? *Svensk Idrottsforskning*. Nr 1 - 2004

URL: <https://www.idrottsforskning.se/wp-content/uploads/2014/04/Traningsvolym-vid-styrketraning.pdf>**Bilaga 1**

Litteratursökning

Syfte och frågeställningar:

- Syftet med detta arbete är att studera två olika träningsprogram utifrån (sets x reps x vikt x tid) med samma mängd träningsvolym. Syftet är specifikt att studera hur ROM kan påverka ansträngningsgraden, prestationen i form av kraftutveckling under återhämningsperioden, men även en uppskattning på träningsvärk och dess subakuta (inte helt akut) fysiologiska effekterna av dessa två träningsprogram och på så sätt estimerar betydelsen av ROM.
- **Frågeställning 1:** Påverkar ROM i en benspark, trots samma träningsvolym, kraftutvecklingen i en statisk knäböj under återhämningsperioden?
- **Frågeställning 2:** Påverkar ROM vid styrketräning i benspark, trots samma träningsvolym, graden av träningsvärk?
- **Frågeställning 3:** Påverkar ROM vid styrketräning i benspark, trots samma träningsvolym, graden av upplevd ansträngning under passet?

Vilka sökord har du använt?

Ämnesord och synonymer svenska	Ämnesord och synonymer engelska
Styrka	Strength
Träningsvolym	Training-Volume
Muskeltillväxt	Hypertrophy
Excentrisk fas	Eccentric, Slow-Moment, Negative
Koncentrisk fas	Concentric
Kraft effekt	Force, Power, Effect
Kraftmotstånd	Resistance
Rörelseomfång	Range of Motion
Muskler	Muscle, Muscles, Muscular
Knäböj	Squats
Ben extension	Leg Extension
Statisk	Isometric
Träningsvärk	Soreness
Skada	Damage
Vinkel	Angle
Översiktsartikel	Review meta, systematic review

Var och hur har du sökt?

Databaser och andra källor	Sökkombination
SportDiscus	Training AND volume AND hypertrophy (173 träffar) <i>Peer Reviewed, full text, år 2021-2022.</i>
SportDiscus	Resistance Training AND Hypertrophy (2078 träffar)
SportDiscus	Full Range of Motion (1015 träffar) <i>Peer Reviewed, full text, år 2012-2022.</i>
SportDiscus	Full Range of Motion AND Squat (16 träffar) <i>Peer Reviewed, full text, år 2012- 2022.</i>
SportDiscus	Range of Motion AND Extension (170 träffar) <i>Peer Reviewed, full text, år 2012- 2022.</i>
SportDiscus	Range of Motion AND Partial AND Full (461 träffar) <i>Peer Reviewed, full text, år 2004-2022.</i>

SportDiscus	Range of Motion AND meta-analysis AND systematic review (1323 träffar) <i>Peer Reviewed, full text</i> , år 2012-2021.
-------------	--

Kommentarer

Det finns väldigt mycket information att hitta om styrketräning, träningsvolym och range of motion. Ämnet är brett och därmed är sökningen bred. Däremot att hitta artiklar som har resultat som stämmer överens med denna studie var svårare som exempelvis full ROM och partiellt ROM inom kraftutveckling jämfört mot varandra.

Bilaga 2

Samtyckesblankett

Samtycke till att delta i studien:

Betydelse av variabeln rörelseomfång inom styrketränningsvolym

– En studie av dess inverkan på återhämtning av kraftutveckling”

Jag heter Linus Forsberg och är ansvarig över denna studie. Syftet med arbetet är att studera två olika träningsprogram där träningsvolym kan definieras (sets x reps x vikt). ROM utförs fulla eller halvt ROM. Syftet är specifikt att studera hur ROM kan påverka ansträngningsgraden, prestationen i form av kraftutveckling under återhämtningsperioden, men även en uppskattning på träningsvärk. Att studera de akuta och subakuta fysiologiska effekterna av dessa två träningsprogram bidrar till att kunna estimeras betydelsen av ROM inom träningsvolym och utifrån resultatet kunna avgöra variabelns påverkan vid design av ett träningsprogram.

Du som testperson kommer utföra 3 olika tester.
Tillfälle 1: Tors, 2021-12-02 Tillfälle 2: Fre, 2021-12-03 Tillfällen 3: Lör, 2021-12-04.

- Jag är medveten om att mitt deltagande är helt frivilligt och att jag kan **avbryta** mitt deltagande i studien utan att ange något skäl.
- Få tillgång till all personinformation och ändring av den.
- Ställa frågor om undersökningen och få dessa besvarade.
- All personinformation är **anonymt** och **skyddat** och **raderas** efter att uppsatsen publicerats.

Jag har skriftligen informerats om studien och samtycker till att delta och att Gymnastik- och Idrottshögskolan (GIH) behandlar mina personuppgifter i enlighet med gällande dataskyddslagstiftningen.

.....

Underskrift

.....

.....

Namnförtydligande

Ort och datum

Bilaga 3

Hälsodeklaration

PERSONUPPGIFTER & HÄLSODEKLARATION

Personuppgifter: _____

Namn: _____

Längd: _____

Testdatum: _____

Vikt: _____

Medicinering och hälsostatus

Använder du mediciner regelbundet?

- Jag använder inga mediciner
- Jag använder följande mediciner: _____

Är du allergisk mot något som är viktigt att nämna här?

- Ja Nej

Om Ja, ange mot vad:

Har du varit tvungen att avbryta eller undvika träning de senaste dagarna på grund av skador eller hälsoskäl?

- Ja Nej

Om Ja, ange orsak: _____

Förutsättningar för deltagande i test och hälsodeklaration

Ifall ett olycksfall drabbar en student i en utbildningssituation gäller försäkring hos Kammarkollegiet. Olycksfall som drabbar en testperson som är medlem i en idrottsförening som är ansluten till ett specialidrottsförbund som Riksidrottsförbundet gäller försäkringen hos Folksam. Personer som inte berörs av något ovan informeras om att deltagande sker på egen risk. Alla personer under 18 år måste ha målsmans tillstånd för att delta i studien och testerna.

- Jag har erhållit information om tester och deltar frivilligt i dessa på egen risk med vetenskap om möjligheter att få avbryta testet utan att behöva förklara varför och bli ifrågasatt. Vid underteckning uppger du dig helt frisk och inga medicinska hinder för att kunna delta.

Stockholm den / År _____ Underteckning: _____