



Högskolan i Halmstad

Sektionen för ekonomi och teknik

MAXIMAL STYRKA I ENBENSKNÄBÖJ KORRELERAR MED ACCELERATIONS KAPACITET OCH AGILITY

C-Uppsats – Biomedicin inriktning fysisk träning
Författare: Oscar Bengtsson och Johan Petersson
Handledare: Sofia Brorsson
Examinator: Charlotte Olsson

Förord

Ledordet inom träning och framförallt den idrottspecifika fysträningen heter idag allt som oftast funktionell träning. Nästan alla idrotter är så kallade enbensidrotter där idrottaren hela tiden endast har tyngdpunkten på ett ben i taget. Trots detta utför idrottare de flesta av sina styrketränningsövningar på två ben, vilket rent logiskt är mindre rörelsespecifikt än övningar på ett ben.

Vårt intresse för enbensträning har genom mycket tankar och diskussioner det senaste året blivit väldigt stort och efter samtal med den ledande förespråkaren för enbensträning inom svensk idrott, Kenneth Riggberger, brinner vi nu allt mer för detta. Kenneth har i åtskilliga träningsprojekt med svenska elitidrottare kommit fram till väldigt intressanta resultat. Dessa resultat är dock inte vetenskapligt bevisade och för oss är det lite av en gåta varför det inte verkar finnas någon relevant forskning gjord på enbensträning i prestations syfte. Därmed har arbetet med uppsatsen varit väldigt utmanande, intressant och inspirerande för oss. Vi är glada och tacksamma över att ha fått möjligheten att undersöka detta relativt vetenskapligt outforskade område.

Tack

Vi vill först och främst passa på att tacka alla testdeltagare för sitt stora engagemang som gjorde studien möjlig att genomföra. Vi vill även tacka en rad personer som har hjälpt oss på vägen; Linda för bra bollplank, korrektur läsning och fina foto, Niklas för goda idéer samt hjälp med praktiska detaljer, Kenneth för inspirerande samtal samt Lina som hjälpte oss med testutrustning när det brann i knutarna. Till sist men inte minst vill vi tacka vår handledare Sofia Brorsson för allt stöd, hjälp och bra råd som vi har fått under arbetets gång.

Johan och Oscar, Halmstad 16/5 - 2010



Johan Petersson

E-Mail: johpet07@student.hh.se

Tel: 0733-683345



Oscar Bengtsson

E-Mail: oscben07@student.hh.se

Tel: 0707-657091

Sammanfattning

Starka samband har tidigare framkommit mellan den maximala styrkan i knäböj på två ben och sprintkapacitet rakt fram på varierande distanser men inte på sprintkapacitet i agility. Gemensamt för de flesta studier är dock att styrketesterna endast utförts på två ben.

Syftet med studien var att undersöka korrelationen mellan maximal styrka i enbensknäböj i smith-maskin och sprintförmågan i löpningar, både rakt fram och med riktningsförändringar.

Testgruppen bestod av 19 män ($23,9 \pm 2,5$ år) med regelbunden träningserfarenhet av intermittenta lagsporter. Sprinttester gjordes på 5, 10 och 20 meter rakt fram samt ett zigzag agilitytest för att testa sprintkapacitet med riktningsförändringar. Enbensknäböj i smith-maskin genomfördes med stången på axlarna och ett djup på 110 grader vinkel mellan femur och tibia.

Resultaten av studien visade på signifikanta korrelationer mellan den maximala styrkan i enbensknäböj och sprintkapaciteten på 5 och 10 meter samt i agility. När den maximala styrkan var relaterad till kroppsvikten hittades signifikanta korrelationer mellan 5 och 20 meter samt i agility. Zigzag agilitytest visade sig vara starkt korrelerat med alla de uppmätta sprintdistanserna.

Våra slutsatser av resultatet i studien är att knäböj på ett ben ställer stora krav på balans, stabilitet och koordination och är därför rörelsespecifikt mot löpning som innehåller riktningsförändringar. Den maximala styrkan i enbensknäböj är en god förutsägare till sprintkapacitet både i löpningar rakt fram och med riktningsförändringar. Enbensträning kan med fördel implementeras i fysträningen inom idrotter med ett intermittent rörelsemönster för att förbättra den idrottspecifika sprintkapaciteten.

Abstract

Strong correlations have been found between strength in the two leg squat exercise and sprint performance in various distances but not in sprint performance in agility. In studies the most common way to test squat strength is on two legs.

The purpose in this study was to investigate the correlation between maximal strength in a bulgarian split squat in a smith machine and speed in various sprint distances and agility.

The test group were 19 men (age $23,9 \pm 2,5$) with regular experience in intermittent team sports. Sprint tests at 5, 10 and 20 meter and the zigzag agility test were performed. The bulgarian split squat was performed in a smith machine with the barbell on the shoulders to a depth of 110 degrees between tibia and femur.

The results show significant correlation between maximal strength in the bulgarian split squat and sprint capacity in the 5 and 10 meter sprint test as well as the agility test. Maximal strength relative to bodyweight showed significant correlation with the 5 and 20 meter sprint as well as the agility test. The zigzag agility test also showed strong correlation between all distances in the sprint tests.

Our conclusions based on the results are that the bulgarian split squat puts big demands on balance, stability and coordination and is therefore a specific movement towards sprints that include changes of direction. The maximum strength in a split squat is a good predictor for sprint capacity in sprints. Implementing one leg exercises in the strength and conditioning routine can be good for athletes in intermittent sports to improve the sports specific sprint capacity.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BAKGRUND	5
Syfte.....	8
Frågeställningar	8
METOD OCH GENOMFÖRANDE	9
Testpersoner	9
Utrustning.....	9
Genomförande av testerna	9
Sprinttest 5, 10 och 20 meter.....	10
Zigzagtest.....	10
1RM enbensknäböj.....	10
Statistiska mätningar	11
RESULTAT.....	12
DISKUSSION	14
Slutsats	17
REFERENSER	18
BILAGA 1.....	20

BAKGRUND

Inom intermittenta lagsporter är det viktigt att kunna utföra snabba löpningar rakt fram samt med riktningsförändringar¹. För att kunna utföra dessa krävs det styrka och explosivitet. Dessa är för människan nödvändiga funktioner som inte ska ignoreras vid träning av idrottare. Styrka är produkten av det som sker när nervsystemet skickar elektriska impulser till skelett muskulturen att producera en muskelaktion. Styrka kan definieras som förmågan av en muskel eller muskelgrupp att generera muskelkraft under specifika förhållanden (Verkhoshansky and Siff, 2009).

Maxstyrka är den maximala kraften som en särskild grupp av muskler kan producera vid en maximal frivillig kontraktion i relation till en optimal motivation mot ett motstånd. Maxstyrka karakteriserar en persons styrkepotential. Styrkepotential är ett mått på en frivillig isometrisk muskelkraft som kan uppnås utan begränsning av tid eller storlek på motstånd (Verkhoshansky and Siff, 2009).

Explosivitet kan även benämnas som power vilket är effektutvecklingen av en rörelse, det vill säga $\text{effekt(watt)} = \text{kraft (newton)} \times \text{hastighet (m/s)}$. Vid styrketester används ibland även relativ styrka som ett mått för att jämföra styrka mellan individer då styrkan är relaterad till kroppsvikten och inte enbart belastningen (Verkhoshansky and Siff, 2009).

Många studier har visat på samband mellan den maximala styrkan² i knäböj på två ben och snabbhet i sprinttester på olika distanser (Wisloff et al. 2004; Ronnestad et al. 2008; Chaouachi et al. 2009; McBride et al. 2009; Chelly et al. 2009; Chelly et al. 2010). Wisloff et al. utförde en studie på 17 manliga fotbollsspelare på elitnivå. Spelarna utförde en halv knäböj³ med fria vikter samt testades i sprint på distanserna 10, 20, 30 meter samt ett 10 meter shuttle run test, även kallat beep test. Ett vertikalt hopptest utfördes, och det fanns en stark korrelation mellan maximal styrka i halv knäböj på två ben och sprint samt hopptest hos fotbollsspelare på elitnivå. Alla spelare utförde sin fysträning på individuell basis utan övervakning av tränare, övningen halv knäböj var en del av deras träningsprogram. Utav de sju spelare som testades så fick nio ett specialutformat träningsprogram två dagar i veckan som fokuserade på få repetitioner på höga belastningar samt rörelser med höga hastigheter (Wisloff et al. 2004). Chaouachi et al. kom fram till liknande resultat på 14 manliga professionella basketspelare. Signifikanta relationer kunde ses mellan 1RM knäböj på två ben och sprinttester på 5, 10 och 30 meter. Något samband mellan 1RM knäböj och agility test kunde dock inte påvisas i undersökningen. Ett samband kunde dock ses mellan resultaten i ett agility test (T-test) och kroppsmassan, där framförallt större mängd kroppsfett hade negativ effekt på tiden i ett T-test (Chaouachi et al. 2009).

¹ Löpningar som innehåller accelerationer, decelerationer samt riktningsförändringar kan kallas agility.

² Maximal styrka kan benämnas som 1RM (One repetition maximum).

³ Halv knäböj = knäböj där knävinkeln inte är djupare än 90 grader.

McBride et al. visade även de signifikanta resultat i sin studie när det gäller sambandet mellan 1RM i knäböj på tvåben och sprintförmågan i 10 samt 40 yards⁴ sprinttest på amerikanska fotbollsspelare. De fick dock inte någon signifikans mellan styrka och sprintkapacitet i ett 5 yards lopp. Studien testade 17 manliga amerikanska fotbollsspelare på division 1AA⁵ nivå där 1RM i knäböj på två ben utfördes med värde räknat relativt till kroppsvikten. Studien visade på att styrka i underkroppen är av stor vikt för snabbhet (McBride et al. 2009). I motsats till McBride et al. studie så kom Chelly et al. fram till att 1RM i knäböj på två ben och muskelvolymen i lårmuskulaturen har ett samband med snabbheten i de fem första metrarna i ett sprinttest. Studien utfördes på 23 unga manliga fotbollsspelare på regional nivå i Tunisien. Startfasen i en sprint anses vara viktig i fotboll då ett övertag kan fås. Muskelvolymen i lårmuskulaturen samt power är viktig för hastigheten och accelerationen i korta sprintdistanser, dock betyder ökad muskelvolym större massa. Det är därför viktigt att utveckla muskelvolymen lokalt i lårmuskulaturen och undvika en större muskelmassa på resten av kroppen då detta har en negativ effekt på korta sprintrar (Chelly et al. 2010).

En sprint kan delas upp i olika faser, startfasen, accelerationsfasen, maxhastighetsfasen och decelerationsfasen. En studie har visat att det är viktigare att utveckla maxstyrka i de två första faserna av en sprint, det vill säga startfas och accelerationsfasen än vid maxhastighetsfasen och decelerationsfasen (Cronin et al. 2007). I en träningsstudie på unga fotbollsspelare visade resultaten att tunga halva knäböj i ett träningsprogram på 85-100% av 1RM två gånger i veckan, under två månader gav positiv effekt på ett 40 meter sprinttest utan att öka muskelvolymen i lårmuskulaturen (Chelly et al. 2009).

I en träningsstudie gjord på professionella fotbollsspelare av Ronnestad et al. utfördes en sju veckors styrketräningsperiod med tung belastning. Resultaten av styrketräningen visade en förbättring av deras 1RM i halva knäböj. Ett samband mellan den ökade maxstyrkan och snabbhet kunde ses på ett 10 och 40 meters sprinttest. Baker and Nances studie på rugbyspelare visade endast signifikanta samband mellan styrka och snabbhet då styrkan var relativ till kroppsvikten (Baker and Nance, 1999). Två andra studier gjorda på rugbyspelare fann dock inte några starka samband mellan dessa kvaliteter (Cronin et al. 2005; Harris et al. 2008).

I en australiensisk reviewartikel av Cronin et al. undersöktes hur viktig styrkeutveckling i de nedre extremiteterna är för snabbheten i sprint. Arton olika studier undersöktes och i åtta studier såg man ett tydligt samband. Sju av dessa åtta studier använde knäböj på två ben som styrke- och testmetod. En annan konklusion var att motionsidrottare gynnas i större grad av styrketräning än elitidrottare som redan har bra grundstyrka för sin idrott. De visades att för motionsidrottare så krävs en ungefärlig ökning av maxstyrka i en knäböj med 23 procent för att få någon signifikant förbättring av snabbheten i sprint (Cronin et al. 2007).

I en artikel av Young et al. visades att resultaten på korta sprintsträckor som 10 meter inte behöver vara relaterade till resultaten på längre sprint sträckor över 50 meter då maximal hastighet uppnås. Vidare menar de att detta bör tas hänsyn till i träningen beroende på vilken

⁴ 1 yard = 0,91 meter.

⁵ Division 1AA är den högsta divisionen i amerikansk college fotboll.

idrott det handlar om (Young et al. 2001a). Acceleration, maxhastighet och agility har visat sig vara tre specifika kvalitéer som inte har något större samband med varandra vilket enligt Little et al. skall tas i beaktning vid utformande av träningsprogram och tester. Detta undersöktes på 106 professionella fotbollsspelare i England som fick utföra ett 10-meters sprinttest (acceleration), 20-meters sprinttest med flygande start (maxhastighet) och ett zigzagtest (agility). Alla tre kvalitéer används vid en intermittent idrott som fotboll och även om den genomsnittliga sprintdistansen är under tjugometrar så kan maxhastighet uppnås. Detta eftersom spelarna redan rör sig och kommer upp i hastigheten relativt snabbt (Little et al. 2005).

Att sprint på längre distanser än 20 meter inte hade någon överföringseffekt på agility kunde ses i en träningsstudie med 36 män. Testpersonerna delades in i tre olika träningsgrupper, snabbhet, agility och kontrollgrupp. Tester gjordes på 30 meter sprint samt agility test. Resultaten visade att kontrollgruppen inte förbättrade sig på något av testen, snabbhetsgruppen förbättrades endast på 30 meters sprint testet och agility gruppen förbättrades endast på agility testerna. (Young et al. 2001b).

En studie har kommit fram till att benstyrka är en dålig förutsägare för prestation i agility. Däremot var ett av de sex styrketester som genomfördes ett enbenstest. Resultatet från enbenstestet jämfört med tvåbenstesten visade det högsta sambandet med agility prestation (Markovic et al. 2007).

Att testa idrottare kan vara värdefullt ifall testerna är relevanta och liknar de förhållanden som råder inom sin idrott. Ett test som är mer specifikt till den idrotten som utövas ökar dess validitet (Bangsbo et al. 2006). Nästan alla idrotter är så kallade enbensidrotter där idrottaren till största delen endast har tyngdpunkten på ett ben i taget. Gemensamt för de allra flesta studier som gjorts är dock att styrketesterna endast utförts på två ben.

Övningen knäböj är en flerledsövning som är en utmärkt styrkeövning för idrottare när det gäller styrka och stabilitet i knä och lårmuskulatur. Övningen har visat sig vara bra för att stärka upp viktiga strukturer, nämligen fotleden, knäleden och höften (Escamilla, 2001). När exempelvis en knäböj utförs på ett ben i jämförelse med två ben får idrottaren mindre stödyta vilket direkt ställer större och mer funktionella krav på framförallt balans, koordination samt på bålens stabilitet. Viktigt för snabbhet i sprint är att kontakttiden i marken är så kort som möjligt, då gäller det att den bakre kedjans muskulatur (består av M. Gluteus maximus, hamstringsmuskulaturen samt den ytliga ryggmuskulaturen) är starka tillsammans med M. gluteus medius. M gluteus medius stabiliserar höften och förhindrar en tippning av bäckenet åt sidan vilket förlänger kontakt tiden i marken. För att träna upp balans, stabilitet och den bakre kedjan rekommenderas övningar som utförs på ett ben som exempelvis utfall och knäböj (Elphinston, 2006).

Enbenstest och enbensövningar är vanligt förekommande inom rehabiliteringsträning där fokus ofta läggs på balans och stabilitet. (Dooman and Jones, 2009). Tester och övningar i

prestationssyfte utförs dock ofta endast på två ben. Till vår kännedom finns det lite forskning gjord på enbensträning i prestationssyfte trots att evidens finns runt funktionell träning.

Syfte

Syftet med studien var att undersöka om det fanns någon korrelation mellan maximal styrka i enbensknäböj⁶ i smithmaskin och sprintförmågan i löpningar, både rakt fram och med riktningsförändringar.

Frågeställningar

- Finns det något samband mellan 1RM i enbensknäböj i smithmaskin och sprintkapaciteten på 5, 10 och, 20 meter rakt fram samt mellan 1RM i enbensknäböj och sprintkapacitet i ett zigzagtest?
- Finns det ett samband mellan sprintkapacitet på 5, 10 och, 20 meter och sprintkapacitet i ett zigzagtest?

Våra förväntade resultat med studien var att maxstyrkan i en enbensknäböj skulle vara korrelerat med sprintförmågan framförallt på de kortaste distanserna samt i sprinter med riktningsförändringar. Våra förväntningar var även att sprintkapaciteten rakt fram skulle vara korrelerad med sprintkapacitet med riktningsförändringar.

⁶ Övningen Bulgarian split-squat är i detta arbete översatt till enbensknäböj (Clifford S. and Dee Jones, 2009).

METOD OCH GENOMFÖRANDE

Testpersoner

Testpersonerna bestod av 19 stycken män (ålder $23,9 \pm 2,5$ år, längd $181,4 \pm 5,2$ cm, vikt $78,4 \pm 8,0$ kg). Sammanlagt 40 stycken personer fick en förfrågan om att delta i studien varav de som kunde ställa upp på de fyra planerade testtillfällena valdes ut. Inklusionskriterierna var unga friska män i åldern mellan 19-30 år med regelbunden träningserfarenhet av intermittenta lagsporter minst två gånger i veckan de senaste fem åren. Exklusionskriterierna var muskuloskeletal skador eller pågående infektionssjukdom som kunde påverka resultaten.

Testpersonerna (tp) blev informerade om vad projektet handlade om och vad som förväntades av dem ifall de valde att ställa upp. Det var helt frivilligt att delta och de kunde avbryta testerna när som helst. Tp fick skriva under ett informerat dokumenterat samtycke där syfte och metod med studien förklarades. I informationsblanketten säkerställdes även att ingen skada eller sjukdom förelåg (bilaga 1).

Utrustning

Utrustningen som användes i undersökningen var en Smith-maskin och viktskivor (Eleiko, Halmstad, Sverige) till styrketestet samt tidtagning med hjälp av fotoceller (Muscle lab, Ergotest Technology, Norge) i sprint och agility testerna. Övrig utrustning som användes var ett måttband, en personvåg, coachtejp, en goniometer samt koner (figur 1).



Figur 1. Utrustning som användes vid utvärderingstillfällena var: 1) Fotoceller. 2) Muscle lab. 3) Goniometer. 4) Koner samt 5) Måttband och tejp.

Genomförande av testerna

Studiens samtliga fem tester genomfördes inomhus på Högskolan i Halmstad under standardiserade former. De tre sprinttesterna samt zigzagtestet utfördes i en idrottshall med inomhusskor, shorts och en kortarmad tröja som utrustning. Styrketestet 1RM enbensknäböj utfördes efter sprint och zigzagtestet i Högskolan i Halmstads biomekanik och fysiologilabb. Ordningföljden på testerna var densamma för alla testtillfällena. Samtliga tester instruerades och leddes av två testledare. Bemötandet och tillvägagångssättet var så likartat som möjligt vid alla fyra testtillfällena och samtliga tp fick samma instruktioner. Testledare 1 instruerade och övervakade att utförandet var korrekt. Testledare 2 samlade in testresultaten och skötte utrustningen.

Sprinttest 5, 10 och 20 meter

Testerna inleddes med 15 minuters uppvärmning där fokus låg på att förbereda sig för maxlöpningar. Efter det fick varje tp tre försök på sig att först springa 5 meter (St5m) så fort som möjligt och därefter tre försök att springa 10 meter (St10m) samt slutligen tre försök på sig att springa 20 meter (St20m) (Bellardini et al. 2009). Sprinttesterna standardiserades med en startposition som var stillastående från 50 centimeter bakom startlinjen samt att loppen utfördes med två minuters vila mellan varje löpning. Tidtagning togs med hjälp av fotoceller (Fococeller, Muscle Lab, Ergotest Technology, Norge). Det bästa resultatet på varje distans dokumenterades.

Zigzagtest

Zigzagtestet (figur 2) (Bellardini et al. 2009) utfördes efter sprinttesterna när tp fått vila i 5-10 minuter. Zigzagtest (ZZt) är en snabbhetsbana med tre riktningförändringar vilken innehåller både accelerationer och decelerationer. Efter en instruerad genomgång av banan fick varje tp tre försök på sig att springa den så fort som möjligt. Loppen utfördes med två minuters vila mellan varandra. Startpositionen standardiserades med stillastående start från 50 centimeter bakom startlinjen. Tidtagning togs med hjälp av fotoceller vid start och målgång (Fococeller, Muscle Lab, Ergotest Technology, Norge). Det bästa resultatet dokumenterades.



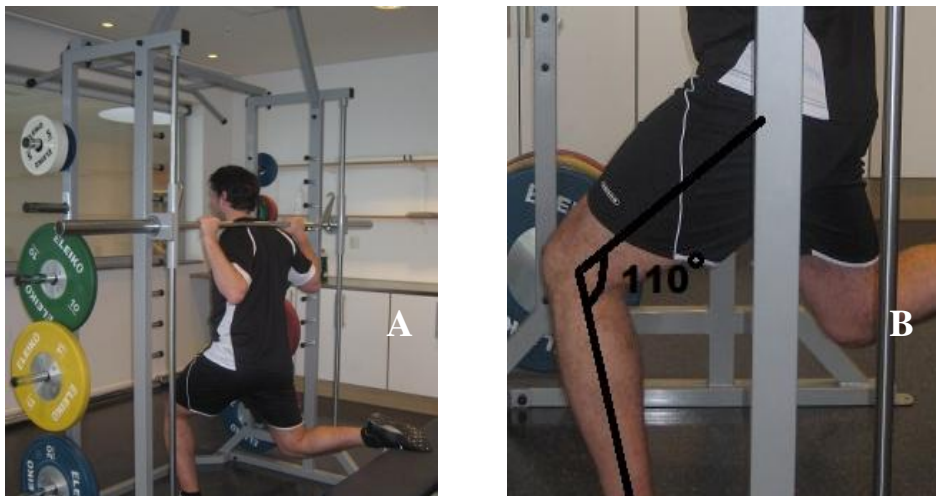
Figur 2. Zigzag-testbana genomfördes i idrottshallen på Högskolan i Halmstad. Varje sträcka i figuren är 5m lång och varje riktningförändring görs med 100 graders vinkel.

1RM enbensknäböj

Styrketestet utfördes efter zigzag testet i ordningsföljden. En enbensknäböj som utvärderingstest och med exakt vårt utförande är ingen tidigare vetenskapligt validerad testmetod. Testet utfördes i en smith-maskin (Smith-maskin, Eleiko, Halmstad, Sverige) med stängens på axlarna bakom huvudet och med stödjebenen på en bänk (Dooman and Jones, 2009) (figur 3a). Lyftet standardiserades med ett ungefärligt djup på 110 graders vinkel mellan femur och tibia⁷ (figur 3b) (Harris et al. 2008). En goniometer användes för att få fram

⁷ Femur = lårbenet. Tibia = skenbenet.

vinkeln, djupet i lyftet kontrollerades under testets gång med ögonmått av testledarna. Tp instruerades först av testledarna som visade hur utförandet av lyftet skulle gå tillväga. Instruktionerna som gavs var att från rakt ben (180 grader i vinkel mellan femur och tibia) gå långsamt och kontrollerat ner tills en testledare gav direktiv om att djupet var godkänt (110 grader) och därefter lyfta vikten så fort som möjligt upp till rakt ben igen. Efter att ha fått instruktionerna fick tp bekanta sig med rörelsen samtidigt som rätt fotplacering mättes och märktes ut av testledarna för att standardisera lyften. Tp fick därefter arbeta sig uppåt i vikt tills 1RM hade uppnåtts med korrekt lyftteknik på både vänster och höger ben. Varje tp:s 1RM höger och 1RM vänster dokumenterades och adderades till en totalsumma (1RMtot). 1RMtot delades med tp:s kroppsvikt för att även få fram det relativa värdet. Det relativa värdet är den maximala styrkan i förhållande till kroppsvikten (1RMrel) (Mcbride et al. 2009).



Figur 3. (A) Enbensknäböj i Smith-maskin. (B) Vikten vid knäböj låg på det främre benet och vinkeln mellan femur och tibia var 110 grader i det djupaste läget.

Statistiska mätningar

Statistisk analys genomfördes med parametrisk metod eftersom resultatet var normalfördelat. Pearson korrelation test utfördes för att undersöka samband mellan variablerna (korrelationskoefficient = r). För att ytterligare styrka de statistiska beräkningarna gjordes även en uträkning av determinationskoefficienten (r^2). Determinationskoefficienten anger hur stor del av variationerna i den beroende variabeln som kan förklaras av variationer i den oberoende variabeln. Statistiken utfördes med hjälp av SPSS mjukvara (version 18.0, SPSS, Inc., IL). Signifikansnivån sattes till $p < 0,05$. De samband som undersöktes var: 1RMtot-St5m, 1RMtot-St10m, 1RMtot-St20m, 1RMtot-ZZt, 1RMrel-St5m, 1RMrel-St10m, 1RMrel-St20m, 1RMrel-ZZt, St5m-ZZt, St10m-ZZt, St20m-ZZt. Resultaten presenteras som medelvärde \pm standardavvikelse (SD)(spridning min-max).

RESULTAT

Alla testpersoner utförde fem tester för att undersöka sambanden mellan maximal styrka i enbensknäböj och sprintförmågan rakt fram och med riktningförändring. De uppmätta resultaten för testerna på den maximala styrkan (1RMtot) var, $290,74 \pm 44,66$ kg, och den maximala styrkan relaterad till tp:s kroppsvikt (1RMrel), $3,73 \pm 0,55$ kg. Tiderna för sprint testerna var på 5 meter (St5m) $1,10 \pm 0,06$ sek, 10 meter (St10m) $1,83 \pm 0,08$ sek., och 20 meter (St20m) $3,13 \pm 0,14$ sek. Testresultatet från zigzag testet (ZZt) var, $4,95 \pm 0,25$ sek.

Signifikanta korrelationer kunde ses mellan nio av de elva undersökta sambanden. Resultat av speciellt intresse var bland annat att för både 1RMtot och 1RMrel hittades de starkaste signifikanta korrelationerna med ZZt (figur 4). På den kortaste sprint distansen St5m fanns också en stark signifikant korrelation med såväl 1RMtot som 1RMrel (figur 5). 1RMrel och sambandet med St10m samt 1RMtot och sambandet med St20m visade tendens till att vara signifikant. ZZt visade mycket starkt samband med alla sprintdistanserna. Korrelationen mellan de uppmätta variablerna är sammanställda i tabell 1.

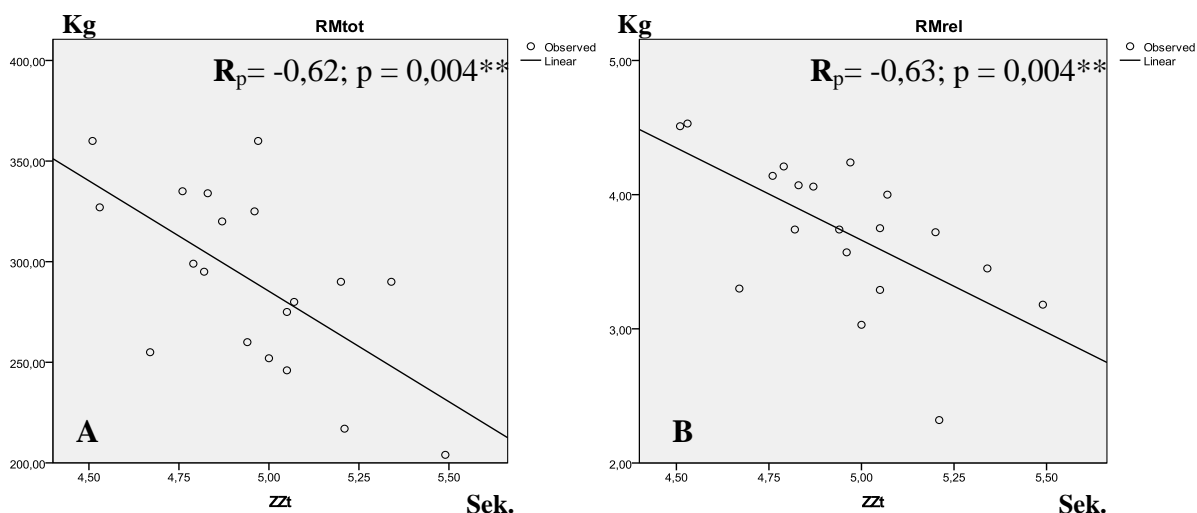
Tabell 1. Korrelation mellan sprintkapacitet och 1RM.

(Pearson. R_p .) Antal tp = 19 för samtliga testresultat.

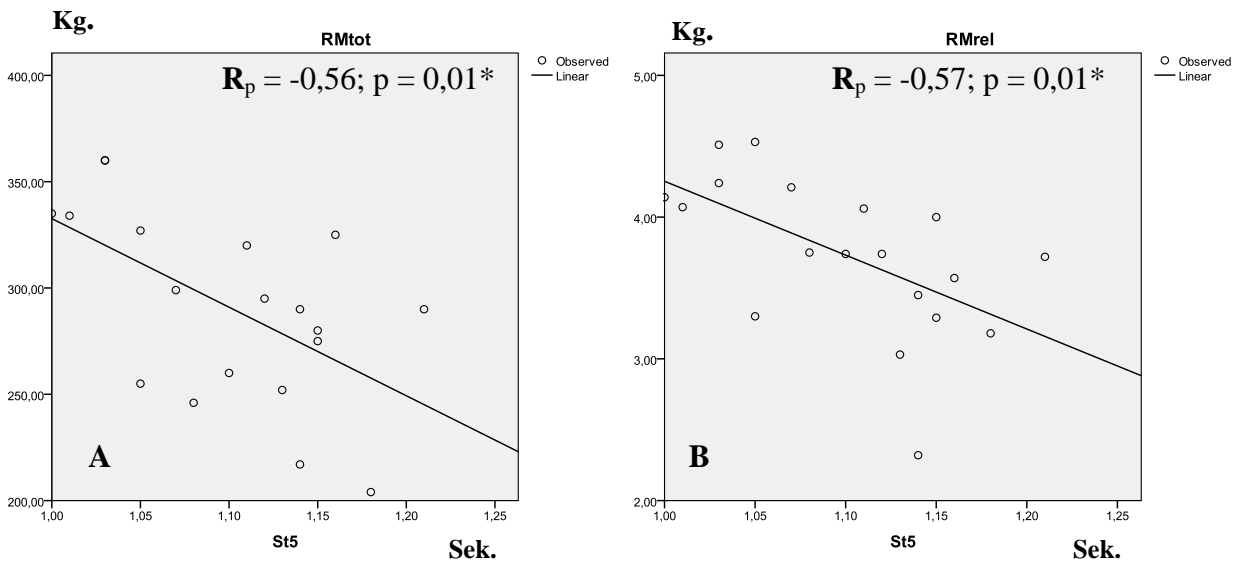
	St5m	St10m	St20m	ZZt
1RMtot	$R_p = -0,56; p = 0,01^*$	$R_p = -0,50; p = 0,03^*$	$R_p = -0,43; p = 0,07$	$R_p = -0,62; p = 0,004^{**}$
1RMrel	$R_p = -0,57; p = 0,01^*$	$R_p = -0,42; p = 0,08$	$R_p = -0,59; p = 0,01^*$	$R_p = -0,63; p = 0,004^{**}$
ZZt	$R_p = 0,74; p < 0,001^{**}$	$R_p = 0,67; p = 0,002^{**}$	$R_p = 0,60; p = 0,007^{**}$	

* Korrelationen är signifikant $p = < 0,05$

** Korrelationen är signifikant $p = < 0,01$



Figur 4. (A) Zigzag testet (ZZt) visade ett starkt signifikant negativt samband med såväl (A) den totala maximala styrkan (1RMtot) som med (B) maxstyrkan relaterad till kroppsvikten (1RMrel).



Figur 5. (A) Relationen mellan tiderna på 5 meters sprint test (St5m) och 1RM totalt (1RMtot) visade på ett signifikant negativt samband precis som (B) relationen mellan St5m och 1RM relaterat till kroppsvikten (1RMrel).

Från korrelationsanalyserna räknades determinationskoefficienten (r^2) ut för att titta på förklaringsgraden av variablerna. R^2 för den totala maxstyrkan i förhållande till tiderna i sprinttesterna var för 5 meter 0,31, 10 meter 0,25 samt 20 meter 0,18. R^2 för den relativa maxstyrkan i förhållande till sprinttesterna var för 5 meter 0,32, 10 meter 0,18 samt för 20 meter 0,35. Värdena för zigzagtestet var i förhållande till den totala maxstyrkan r^2 0,38 samt den relativa maxstyrkan r^2 0,40. De högsta värdena sågs mellan sprinttest 5 meter och zigzagtestet där r^2 var 0,55 samt 10 meter sprinttest och zigzagtestet då r^2 var 0,45. För 20 meters sprinttest och zigzagtest var r^2 värdet 0,36.

DISKUSSION

Resultaten i studien visade att det fanns signifikanta samband mellan maximal styrka i enbensknäböj i smith-maskin och sprintkapaciteten hos unga män med träningserfarenhet av intermittenta lagsporter. Den starkast signifikanta korrelationen kunde ses mellan sprintkapacitet med riktningförändringar, i form av ett zigzag agilitytest med både den totala och den relativa maxstyrkan, vilket stämmer överens med våra förväntade resultat. I likhet med våra övriga förväntningar så visade även tiderna på den kortaste sprintdistansen 5 meter starka samband med såväl 1RMtot som 1RMrel. Signifikanta korrelationer sågs också mellan St10m och den totala maxstyrkan samt St20m när maxstyrkan var relaterad till kroppsvikten. Sambanden mellan 1RMrel och St10m samt 1RMtot och St20m var inte lika starka som övriga men visade båda tendens till signifikans. Zigzag agility test visade sig vara mycket starkt korrelerat med alla sprintdistanserna både när maxstyrkan var absolut och när den var relaterad till kroppsmassan. Det absolut största signifikanta resultatet sågs mellan zigzag agilitytest och sprinttest på 5 meter.

Resultaten blev generellt mindre signifikanta ju längre sprintdistansen var vilket stämmer väl överens med tidigare studier som har visat att olika distanser kräver olika egenskaper. Cronin et al. kom fram till att utveckling av maxstyrka framförallt är viktig i de första faserna av en sprint, startfas och accelerationsfas (Cronin et al. 2007). I likhet med Baker and Nance studie på rugbyspelare så kan nog den starka korrelationen mellan framförallt 1RM relativt till kroppsvikten och sprintdistansen St5m till en stor del förklaras av den rörelsen som sker i början av en sprint, det vill säga startfasen. I startfasen av en sprint krävs en explosiv koncentrisk muskelaktion som övergår till en mer koncentrisk-excentrisk funktion ju längre man springer (Baker and Nance. 1999). Vid ett maximalt styrketest som används i denna studie så testas testdeltagarnas styrka i enbensknäböj som liknar frånskjutet vid starten av en sprint. Även om vinklarna inte är exakt densamma då en mer framåtlutad position används vid sprinttestet än enbensknäböjen så är det koncentrisk muskelarbetet likartad. Ett antal studier visade att maxstyrkan ökar genom tung belastningsträning som även ökar snabbheten (Ronnestad et al. 2008; Chelly et al. 2009; Wisloff et al. 2004). Detta motiverar till tung belastningsträning för ökad styrka och därmed ökad snabbhet.

Att en signifikant korrelation kunde hittas mellan maxstyrkan i enbensknäböj och agility är intressant men inte förvånande för oss. Det visar på att det skiljer sig mellan styrketester på två ben och på ett ben. Studier som gjorts på två ben har inte funnit några samband med agility vilket påträffats i denna studie (Chaouachi et al. 2009; Markovic et al. 2007). I agilitysprinter som till skillnad från sprinter rakt fram innehåller både accelerationer, decelerationer samt riktningförändringar ställs det högre krav på balans, koordination och stabilitet. Dessa egenskaper blir också mer framträdande då en knäböj utförs på ett ben istället för två ben.

Våra resultat på enbensknäböj korrelerar med sprint vilket kan jämföras med de studier som visat samband på traditionell knäböj på två ben och sprint. McBride et al. visade på signifikanta resultat mellan 1RM i knäböj och sprintdistanserna 10 och 40 yards men inte på 5

yards hos amerikanska fotbollspelare (McBride et al. 2009). Att studien inte fick några signifikanta resultat på den kortaste distansen kan bero på att de amerikanska fotbollspelarna överlag är tyngre. Två studier som inte heller fick några starka samband mellan maxstyrka och snabbhet var studier gjorda på rugbyspelare (Cronin et al. 2005; Harris et al. 2008). Rugbyspelare är också överlag större och tyngre än till exempel vanliga fotbollsspelare. Chelly et al. tar i sin studie upp att större massa försämrar snabbheten i de kortare sprintdistanserna. Muskelvolymen i benmuskulaturen anses vara en viktig faktor till styrka, dock rekommenderas det att inte lägga på sig muskelmassa på överkroppen för fotbollsspelare (Chelly et al. 2010). Rekommendationerna handlar om spelare som spelar fotboll och inte för amerikanska fotbollsspelare eller rugbyspelare där muskelmassa på överkroppen är viktig då det är kontaktsporter. Ett undantag är Baker and Nances studie som inte heller hittade några starka samband mellan maxstyrka och snabbhet förutom relativt till kroppsvikt och fem meters sprint (Baker and Nance. 1999). I både Wisloff et al. och Chaouachi et al. studier så sågs signifikanta samband mellan 1RM i halv knäböj och sprint. I dessa studier genomfördes även agilitytester där man inte hittade signifikanta samband (Wisloff et al. 2004; Chaouachi et al. 2009). Att en signifikans kunde hittas mellan 1RM (både rel. och tot.) och ZZt i denna studie visar på att det mest troligt skiljer sig mellan styrketester på två ben och på ett ben. Detta då studier på två ben inte påvisat det sambandet med agility. De starka samband som vi fann mellan agility och sprint tror vi beror på att deltagarnas starka samband mellan både agility, sprint och styrka på ett ben. Dessutom var deltagarna relativt lätta i kroppen vilket underlättar snabba riktningsförändringar.

I en studie av Markovic gjordes sex styrke- och powertester tillsammans med tre agility tester för att undersöka om ett samband förelåg. De kunde inte hitta något signifikant samband mellan styrka, power och agility. Däremot fann de att den övning som hade störst samband med agility var ett test på ett ben (one-leg rising test). De konstaterade att one leg rising är en funktionell övning som kräver både ett excentriskt och koncentriskt muskelarbete unilateralt samtidigt som kroppen håller balansen (Markovic et al. 2007). Detta stämmer även in på de faktorer som Elphinston (2006) nämner och som vi tror är avgörande för sambandet mellan styrketester på ett ben och agility. Elphinstons rekommendationer till att stärka upp den bakre kedjan samt gluteus medius är övningar som utförs på ett ben, exempelvis utfall och knäböj med stöd av bakre benet. Dessa muskler är viktiga för att minska kontakttiden i marken när man springer, vilket är av yttersta vikt när snabbhet skall alstras. Gluteus medius har till exempel en viktig uppgift för att inte "tappa höften" det vill säga tippa bäckenet åt sidan så att kontakttiden i marken ökar vid löpning. Den bakre kedjan arbetar tillsammans för funktion och stabilitet vilket kan betyda problem ifall någon av musklerna är för svag i relation till de andra. Detta betyder mest troligt överbelastning och eventuella problem som i sin tur blir stora när det kommer till prestation i idrottsutövning (Elphinston 2006).

För att komma fram till sambandet mellan de tester som utfördes Pearsons korrelationstest eftersom vi hade normalfördelade värden. Vid en korrelationsanalys som denna så tas ingen hänsyn till vad som är X respektive Y värdet utan en jämförelse sker mellan medelvärdet och varje observation. Trots att vi såg några starka samband i resultaten kan det vara svårt att bedöma hur stort funktionellt samband som föreligger. Detta kan bero på att vid tillräckligt

mycket data med låg varians kan r värdet vara högt. Determinationskoefficienten belyser hur stor del av den totala variationen som förklaras av funktionen. Som exempel visar zigzagtestet och total maxstyrka en signifikant korrelation där $p = 0,004$ och R värdet var $-0,62$. Determinationskoefficienten det vill säga R^2 blir då $0,38$. R^2 som även kan kallas förklaringsgrad visar här att 38 procent av den oberoende variabeln (zigzagtestet) kan förklaras av den beroende variabeln som är total maxstyrka i enbensknäböj.

Män i åldern 19-30 år valdes ut för att homogenisera testgruppen. Genom inklusionskriterierna säkerställde vi att testpersonerna hade en liknande träningsbakgrund vilket gjorde att de var vana vid samma rörelsemönster. Testmetoderna och syftet med studien är också av intresse för idrottsutövare i intermittenta lagsporter.

Bangsbo et al. poängterar att tester som genomförs bör vara så relevanta som möjligt och likna det förhållande som råder. Ju mer specifikt ett test är desto högre validitet ger det (Bangsbo, et al. 2006). Det gäller dock att hitta en bra balans mellan specificitet och testutförande då ett för specifikt test istället kan minska reliabiliteten. Sprint testerna och zigzag testet är validerade och ansedda testmetoder som används för att utvärdera egenskaperna, sprint och agility (Bellardini, et al. 2009). Någon vetenskapligt validerad testmetod för att mäta den sprintspecifika styrkan i ett ben som vi var ute efter har inte gått att hitta. Detta på grund av att det till vår kännedom inte finns mycket forskning gjord på enbensövningar i prestationssyfte. Som vi belyst tidigare så har de flesta tidigare studier endast undersökt relationen mellan sprint och styrketester på två ben och då är det allt som oftast maxstyrkan i en knäböj som använts som testmetod. Det hade varit intressant att i framtida studier närmre undersöka enbensknäböj i utvärderingssyfte för att validera det som testmetod.

Med bakgrund av de styrkekrav som ställs vid sprint enligt Elphinston (2006) anser vi att en enbensknäböj är den testmetod som bäst överensstämmer med dessa. Den är rörelsespecifik i utförandet utan att för den delen förlora reliabilitet som styrketest. För att standardisera lyftet i enbensknäböjtestet så mycket som möjligt utfördes det i en smith-maskin. Samma test med fria vikter hade ökat antalet faktorer som spelar in vilket hade gjort att den maximala styrkan hade varit svår att kontrollera. Ett maxtest med fria vikter utfört med exempelvis dålig teknik är även direkt olämpligt att genomföra.

Det finns olika sätt att benämna djupet i en knäböj. Vi valde att benämna djupet i vårt test genom vinkeln mellan femur och tibia. Benämningen halv knäböj är vanligt förekommande (Wisloff et al, 2004) och den kan liknas vid ett djup på 110 grader med vår benämning. Testet standardiserades till 110 grader för att återigen göra testet så specifikt som möjligt då knävinkeln under ett sprintlopp aldrig understiger 110 grader (Harris et al. 2008). Att använda ögonmått som metod för att under testets gång värdera djupet i lyftet visade sig vara det som fungerade bäst i verkligheten jämfört med andra metoder. Bänken som stödjebenet vilade på hade samma höjd för alla oavsett tp:s längd och kan därför möjligtvis utgöra en liten faktor i utförandet, dock inte av relevans för de framkomna resultaten tror vi.

I sprinttesterna hade det varit optimalt att ha fler fotoceller att tillgå. Då hade testpersonerna endast behövt springa tre 20 meters lopp och vi hade även fått tiderna på 5 och 10 meter. Nu blev det många lopp för varje tp och en viss risk för att en trötthetsfaktor spelat in. Distanserna samt mängden vila mellan loppen gör dock att denna faktor borde vara minimal med tanke på tp:s träningserfarenhet inom intermittenta idrotter. Detta var den utrustning vi hade att tillgå. I alla sprint tester samt zigzag testet fick tp starta på eget kommando samt stillastående 50 centimeter bakom startlinjen. Detta uteslöt både reaktionssnabbheten och ett önskat igångsättande av tidtagningen.

Slutsats

Våra slutsatser av resultatet i studien är att knäböj på ett ben ställer stora krav på balans, stabilitet och koordination och är därför rörelsespecifikt mot löpning som innehåller riktningsförändringar. Den maximala styrkan i enbensknäböj är en god förutsägare till sprintkapacitet både i löpningar rakt fram och med riktningsförändringar. Enbensträning kan med fördel implementeras i fysträningen inom idrotter med ett intermittent rörelsemönster för att förbättra den idrottspecifika sprintkapaciteten.

Förslag på framtida studier inom området kan vara att göra en träningsstudie mellan ett och tvåbensträning, undersöka power samband eller undersöka andra homogeniserade testgrupper. Bristen på forskning kring enbensträning gör att det finns enormt många intressanta problemställningar som bör undersökas. Det första som hade varit intressant att studera närmre är som vi tidigare nämnt att validera enbensknäböj i smith-maskin som testmetod.

REFERENSER

- Baker, D., Nance, S., 1999. The Relation Between Running Speed and Measures of Strength and Power in Professional Rugby League Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 230–235.
- Bangsbo, J., Mohr, M., Poulsen, A., Perez-Gomez, J., Krstrup, P., 2006. Training and testing the elite athlete. *Journal of exercise science and fitness*, 4(1), 1-14.
- Bellardini, H., Henriksson, A., Tonkonogi, M., 2009. *Tester och Mätmetoder för idrott och hälsa*. Stockholm. SISU Idrottsböcker.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G.T., Abdelkrim, N.B., Laurencelle, L., Castagna, C., 2009. Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of strength and conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
- Chelly, M.S., Cherif, N., Amar, M.B., Hermassi, S., Fathloun, M., Bouhlel, E., Tabka, Z., Shephard, R.J., 2010. Relationships of peak leg power, 1 maximal repetition half back squat, and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players. *Journal of strength and conditioning Research*, 24(1), 266-271.
- Chelly, M.S., Fathloun, M., Cherif, N., Amar, M.B., Tabka, Z., v.Praagh, E., 2009. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performance in junior soccer players. *Journal of strength and conditioning Research*, 23(8), 2241-2249.
- Cronin, J.B., Hansen, K.T., 2005. Strength and Power Predictors of Sport Speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349–357.
- Cronin, J., Ogden, T., Lawton, T., Brughelli, M., 2007. Does increasing maximal strength improve sprint running performance? *Strength and conditioning Journal*, 29(3), 86-95.
- Dooman, C.S., Jones D., 2009. Down, but not out: In-season resistance training for the injured collegiate football player. *Strength and Conditioning Journal*, 31(5), 59-68.
- Elphinston, J., 2006. *Total stabilitetsträning*. Stockholm. SISU Idrottsböcker.
- Escamilla, R. F., 2001. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(1), 127-141.
- Harris, N.K., Cronin, J.B., Hopkins, W.G., Hansen, K.T., 2008. Relationship Between Sprint Times and the Strength/power Outputs of a Machine Squat Jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 691–698.
- Little, T., Williams, A.G., 2005. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning Research*, 19(1), 76-78.
- Markovic, G., 2007. Poor relationship between strength and power qualities and agility performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 47(3), 276-283.

Mcbride, J.M., Blow, D., Kirby, T.J., Haines, T.L., Dayne, A.M., Triplett, N.T., 2009. Relationship between maximal squat strength and five, ten and forty yard sprint times. *Journal of strength and conditioning Research*, 23(6), 1633-1636.

Rønnestad, B.R., Kvamme, N.H., Sunde, A., Raastad, T., 2008. Short-term effects of strength plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning Research*, 22(3), 773-780.

Verkhoshansky, Y., Siff, M., 2009. *Supertraining, Sixth edition-expanded version*. Rom. Verkhoshansky SSTM.

Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., Hoff, J., 2004. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Med*, 38, 285-288.

Young, W., Benton, D., Duthie, G., Prior, J., 2001. Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. *Strength and conditioning Journal*, 23(2), 7-13.

Young, W.B., Mcdowell, M.H., Scarlett, B.J., 2001. Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of strength and conditioning Research*, 15(3), 315-319.

BILAGA 1

Informerat dokumenterat samtycke

Syftet med undersökningen är att undersöka om det finns något samband mellan maxstyrka (1RM) i en enbensknäböj och sprintförmågan både rakt fram och med riktningsförändringar.

Det som förväntas av dig som testperson är att vid ett testtillfälle genomföra sprint tester på 5 meter, 10 meter, 20 meter samt ett agility test. Efter sprint testerna utförs ett maxstyrketest i en enbensknäböj i en smith-maskin.

Testerna tar totalt cirka 30-60 minuter att genomföra och utförs i högskolan i Halmstads biomekanik och fysiologi labb (styrketestet) samt i högskolans idrottshall (sprinttesterna). Samtliga tester instrueras och övervakas av två testledare.

Testpersonen ska ha regelbunden träningserfarenhet av intermittenta lagsporter de senaste fem åren och vara i åldern mellan 19-30 år. Testpersonen får inte ha någon skada i de nedre extremiteterna eller lida av någon pågående infektions sjukdom som kan påverka testresultaten.

Deltagandet är helt frivilligt och kan avbrytas när som helst. Testpersonens personuppgifter och resultat kommer att behandlas helt anonymt och endast användas i studien.

Jag intygar att jag har tagit del av vad undersökningen går ut på och accepterar att frivilligt ställa upp som testperson. Jag säkerställer här med också att jag inte har någon skada i de nedre extremiteterna eller lider av någon pågående infektions sjukdom som kan påverka testresultaten.

Datum och underskrift

Namnförtydligande

Tack för ditt deltagande!

Johan Petersson och Oscar Bengtsson

Biomedicinprogrammet inriktning fysisk träning, Högskolan i Halmstad