



EXAMENSARBETE | BACHELOR'S THESIS

ÖVERENSSTÄMMELSE MELLAN TVÅ OLIKA UTHÅLLIGHETSTEST HOS UNGA HANDBOLLSSPELARE

- COOPER TEST VS. YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST.

Patrik Soror & Patrik Stigaeus

Biomedicin – Inriktning fysisk träning
Högskolan i Halmstad

Handledare: Ann Bremander

Halmstad den 23:e maj 2011



EXAMENSARBETE | BACHELOR'S THESIS

CONFORMITY BETWEEN TWO DIFFERENT ENDURANCE TESTS IN YOUNG TEAM HANDBALL PLAYERS

- COOPER TEST VS. YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST.

Patrik Soror & Patrik Stigaeus

Biomedicine – Athletic training
Högskolan University

Supervisor: Ann Bremander

Halmstad the 23:rd of May 2011

SAMMANFATTNING

Introduktion. Handboll är en olympisk gren som spelas internationellt, men främst i Europa. Idrotten ställer höga krav på både aerob och anaerob metabolism. **Syfte.** Syftet med studien var att studera överensstämmelsen mellan Cooper Test (CT) och Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYIR1) för unga handbollsspelare. Dessutom om möjligt även studera spelpositionens betydelse för utfallet. **Metod.** 56 unga handbollsspelare bjöds in att delta i studien. Deltagarna utförde CT och YYIR1 och överensstämmelsen mellan testerna studerades med hjälp av Spearmans korrelationskoefficient (r_s). **Resultat.** 11 män och 10 kvinnor deltog i studien. Resultatet visade på en god överensstämmelse mellan CT och YYIR1 för gruppen som helhet ($r_s = 0,79$, $p = < 0,001$). Ingen slutsats kunde dras utifrån spelarnas position och resultaten av de båda testerna. Indelat efter kön skiljde sig överensstämmelsen för män ($r_s = 0,28$, $p = 0,4$) och för kvinnor ($r_s = 0,61$, $p = 0,06$). **Slutsats.** Överensstämmelsen mellan CT och YYIR1 var god på gruppnivå och därför skulle testerna kunna vara utbytbara. Men eftersom det fanns en tydlig skillnad mellan könen krävs större studier.

ABSTRACT

Introduction. Team handball is an Olympic game that is played internationally, particularly in Europe. Team handball places great demands on both aerobic and anaerobic metabolism.

Purpose. The purpose of this study is to compare the Cooper Test (CT) and Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYIR1) of young team handball players and, if possible, study the positions of the players' impact on the outcome. **Method.** 56 young team handball players were invited to participate in the study. Participants performed the CT and YYIR1 in order to evaluate the team handball specific endurance. **Results.** 11 men and 10 women participated in the study. The results showed a strong correlation between CT and YYIR1 of the whole group ($r_s = 0.79$, $p = <0.001$). No conclusion could be drawn from the position of the players' outcome on the results of both tests. Divided by gender the correlation differed for men ($r_s = 0.28$, $p = 0.4$) and women ($r_s = 0.61$, $p = 0.06$). **Conclusion.** The correlation between CT and YYIR1 was strong at group level and therefore the tests could be interchangeable. But since there was a clear difference between the sexes, further studies are required.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INTRODUKTION	6
HANDBOLLEN SOM IDROTT	6
HANDBOLLENS FYSIOLOGISKA KRAV	6
TESTER IDAG	8
SYFTE	9
METOD	9
TESTGRUPP	9
ETISKA ASPEKTER	9
TESTPROTOKOLL	9
COOPER TEST	10
YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST LEVEL 1.....	10
STATISTISKA ANALYSMETODER	11
RESULTAT	12
DISKUSSION	14
METODDISKUSSION	14
RESULTATDISKUSSION	16
SLUTSATS	18
PRAKTISKA APPLIKATIONER.....	18
KÄLLFÖRTECKNING	19

INTRODUKTION

Svenska Handbollsförbundet (SHF) har som mål att främja talangutvecklingen i Sverige genom ett antal certifierade handbollsgymnasier, för att ge spelare möjlighet att redan i tidig ålder utvecklas mot en framtid inom elithandbollen med delmål i Junior- och Ungdomslandslag. Som en del i denna satsning anordnas Riksläger (RL) dit de mest lovande talangerna kallas för att utvecklas och testas inom teknik, taktik, fysik samt mentala och sociala färdigheter (1). Under RL testas spelarna i handbollsspel samt i fys- och uthållighetstester. Som uthållighetstest används Cooper Test (CT).

HANDBOLLEN SOM IDROTT

Handboll är en olympisk gren och spelas professionellt i framför allt Europa. Internationellt ökar handbollen hela tiden i popularitet. En av orsakerna anses vara snabbheten och den fysiska aspekten av spelet (2). Handboll spelas på en inomhusplan på 40x20m där målen är 3x2m. En handbollsmatch varar i 2x30 minuter och varje lag består av 1 st målvakt och 6 st utespelare. Utespelarnas olika positioner förändras beroende på om laget spelar anfall eller försvar. Vid anfall delas positionerna in i 9m-spelare (9M), linjespelare (LS) och kantspelare (KS). Under en handbollsmatch förekommer kontinuerliga varvat med intermittenta aktiviteter. Dessa är av både högintensiv (till exempel sprint, hopp, skott, kroppskontakt eller genombrott) och lågintensiv (till exempel löpning eller gång) art (3).

HANDBOLLENS FYSIOLOGISKA KRAV

Handbollen är under ständig utveckling. Utvecklingen går mot snabbare och snabbare spel. Sevim & Bilge visar detta i sin studie från 2007 där de jämförde OS-, VM- och EM-slutspel för herrar under åren 2004-2005. De fastställde att spelet blivit snabbare för varje mästerskap bland annat på grund av att antalet anfall ökat. Detta i och med att igångsättningen av spelet efter mål blivit mer dynamiskt och betydligt snabbare (4). Detta ställer nya högre krav på de olika positionerna.

Tidigare forskning har visat på en positiv korrelation mellan kropps-konstitution och vilken position/roll som är lämpligast i handboll (2, 5). Signifikanta skillnader i vikt och längd har påvisats mellan de olika positionerna (5). För att lyckas som handbollsspelare kan kropps-konstitution, till exempel längd, fettfri massa och antropometriska egenskaper vara

viktiga (6).

Analyser av handbollsmatcher och spelarnas rörelsemönster har gjorts endast i viss utsträckning. Handboll är en explosiv idrott med upp till 485 st högintensiva aktioner under en match (eller 8 st i minuten), bland annat 190 st hastighetsförändringar och 279 st riktningsförändringar (7). Detta visar att agility, såsom acceleration och deacceleration, är en viktig komponent för prestationen.

Det finns analyser på hur långt spelarna rör sig under en match. Sporis et al. diskuterar att spelarna i snitt rör sig 4790 m (2). Wallace & Cardinale visar medelvärden där KS rör sig 3820 m, 9M 3160 m och LS 3531 m under en match (8). Det resultatet överensstämmer i stort med studien av Sibila et al. från 2004. I den studien delar författarna in positionerna i olika intensitetsnivåer och redovisar hur stor del av matchen som äger rum i varje intensitetsnivå. De fann signifikanta skillnader mellan relativ tid i de olika intensitetsnivåerna mellan samtliga positioner. Störst andel i den snabbaste intensitetsnivån (sprint) har KS, följt av 9M och sist LS. I den näst snabbaste intensitetsnivån (snabb löpning) har KS och 9M högst och lika hög andel (3).

Intensitetsnivån avgör vilket energisystem som blir dominerande med att förse kroppen med energi (9). Det anaeroba energisystemet kan bidra med mycket energi på kort tid, vilket innebär stor förmåga till en hög kraftutveckling (9, 10). Goda anaeroba egenskaper innehas av typ II muskelfibrer (11). Studier har visat att det är dessa anaerobt krävande explosiva moment som blir avgörande inom handbollen (2).

Laktat ansamlas i musklerna vid anaerob metabolism. En vanlig metod för att mäta anaerob metabolism är därför att mäta laktatnivåerna i blodet (9). Det aeroba systemet börjar dominera först när syretillgången har stabiliserats mot aktiviteten, det vill säga vid steady state. Vid mätning eller uppskattning av aerob metabolism mäter man den maximala syreupptagningsförmågan (VO_{2max}) i liter syre per minut eller ml syre per kg kroppsvikt (10). Goda aeroba egenskaper innehas av typ I fibrer (11).

I en studie från 2001 jämför Rannou et al. handbollens metaboliska profil med sprinters, uthållighetsidrottare och otränade. Deras resultat visar att handbollspelares VO_{2max} är lägre än uthållighetsidrottarnas, men ungefär likvärdiga sprinters. Resultatet visar vidare att handbollsspelarnas förmåga att producera laktat signifikant översteg uthållighetsidrottarnas och var likvärdiga med sprinters. Kraven i handboll liknar därför mer de krav som ställs på kroppens förmåga till energiproduktion hos sprinters än hos uthållighetsidrottare (12).

Tidigare forskning visar att alla tre energiprocesser är delaktiga vid sprinter på upp till 6 sekunder (9). Forskningen visar även att det aeroba systemet har relativt liten delaktighet vid enstaka sprint, men att det vid upprepade sprinter ökar samtidigt som en proportionell minskning av power ej påträffats (13).

Handbollsspelare på olika nivåer har rapporterats komma upp i laktatnivåer på 9-12 mmol/liter vid maxtester på cykelergometer och löpning på löpband (14, 2). Detta överensstämmer med laktatvärden som uppmätts vid handbollsspel (14, 15). Delamarche et al. påpekar även i sin studie om anaerob metabolism inom handbollen att flertalet tidigare studier kommit fram till att tröskelvärdet för laktat (OBLA) är ett bättre mått på uthållighetprestation inom handbollen än VO_{2max} . Vidare belyser författarna att det finns en korrelation mellan spelarnas laktatnivåer under match och hur mycket de rör sig på planen. Spelarna med högst VO_{2max} var inte nödvändigtvis de mest aktiva. De mest aktiva spelarna var de som klarade av att komma upp i och spela längre tid med högre laktatnivåer (14). Detta bekräftar även Sirotic & Coutts i sin studie från 2007 (16).

TESTER IDAG

I Sverige används inom handbollen i dagsläget Sveriges Olympiska Komittés (SOK) Fysprofilen. Detta är ett testbatteri där det ingår en rad styrketester samt sprint-, uthållighet- och powertester. Som uthållighetstest används CT.

CT utvecklades av Kenneth H. Cooper. Han visar i sin studie från 1968 att det är ett test som kan användas för att testa det kardiovaskulära systemet, det vill säga uppskattning av VO_{2max} . K.H. Cooper fann en stark korrelation mellan testresultat och VO_{2max} (17). I tidigare forskning där laktat studerats har nivåer på $10,7 \pm 2,7$ mmol/l uppmätts i CT (18).

För att närmare utvärdera den intermittenta karaktären i lagidrotter har på senare år ett flertal olika tester tagits fram. Idrottsforskaren Jens Bangsbo skapade Yo-Yo Intermittent Recovery Test (YYIR) som ett fälttest för utvärdera detta. YYIR Level 1 (YYIR1) har bevisat hög validitet och reliabilitet mot intermittent arbete (19). YYIR1 är direkt validerat för handboll, där korrelation ($r = 0.88$, $p < 0.01$) konstaterats mellan YYIR1-prestation och hur långt spelarna springer under match (15). I tidigare forskning där laktat studerats har nivåer på $10,0 \pm 2,4$ mmol/l uppmätts i YYIR1 (18, 19).

SYFTE

Det övergripande syftet med studien var att undersöka om ett sportspecifikt test (YYIR1) för unga handbollsspelare kan ersätta ett icke sportspecifikt test (CT).

- (i) Att studera överensstämmelsen mellan CT och YYIR1 för unga handbollsspelare.
- (ii) Att om möjligt studera spelpositionens betydelse för utfallet.

METOD

TESTGRUPP

Inbjudan att delta i studien skedde vid ett Elithandbollsgymnasium i samarbete med deras handbollstränare, fystränare samt sjukgymnaster. 56 unga handbollsspelare på olika nivåer (Division-4 upp till Elitserien) närvarade på inbjudningsmötet. Data (vikt, ålder, längd, position) samlades in. Efterrapportering möjliggjordes via e-post och/eller vid de kommande testerna. Krav för deltagande i studien var att deltagarna skulle vara utespelare, vara vid god hälsa och skadefria.

ETISKA ASPEKTER

Innan studien inleddes erhöles skriftligt medgivande till deltagande av ansvarig lärare, eftersom testerna utfördes under skoltid. Deltagarna fick även verbal samt skriftlig information om studien samt rekommendationer om förberedelser vid inbjudningsmötet. Deltagarna blev informerade om att de när som helst under studiens gång fick avbryta utan att någon anledning skulle krävas. Deltagarna fick även information om att alla resultat som framkommer i studien kommer att behandlas konfidentiellt. Deltagarna i studien var inte tillåtna att inta otillåtna prestationshöjande preparat som kan påverka prestationen och därigenom resultatet på något sett. All data makulerades efter studien.

TESTPROTOKOLL

En pilotomgång av YYIR genomfördes före det officiella testet. Detta för att säkerställa val av nivå på YYIR, samt för att låta deltagarna bekanta sig med testets utförande.

Testprotokollet bestod av två tester – CT och YYIR1. Mätningarna utfördes inomhus vid samma tid på dygnet (mellan 07:30-09:00) med 12 dagars mellanrum mellan testerna. Av

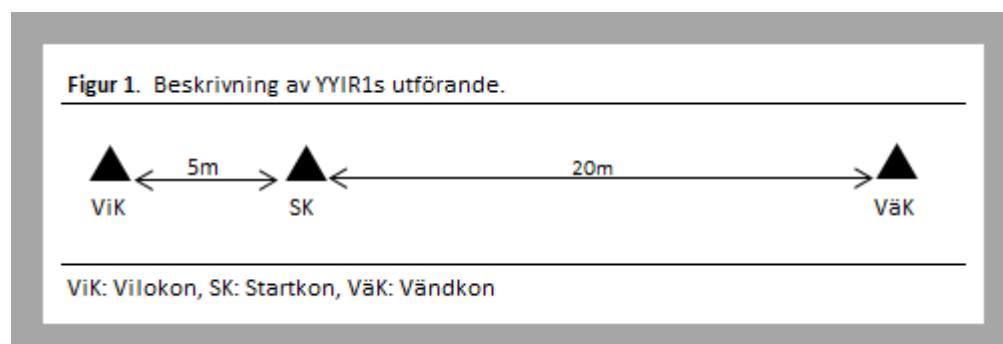
praktiska skäl delades deltagarna in i heat efter årskurs (ålder) och kön. Ett standardiserat dynamiskt uppvärmningsprogram togs fram och genomfördes under 10 minuter inför varje heat för att säkerställa att alla var ordentligt uppvärmda. Verbal uppmuntran tilläts under samtliga tester. Alla mätningar skedde precis efter tävlingssäsong, med start 1-2 veckor efter att deltagarna spelat SM-slutspel.

COOPER TEST

Deltagarna sprang 3000 meter på tid på en 200-meters inomhusbana avsedd för friidrottsaktiviteter. Tiden registrerades med hjälp av stoppur (iPhone 3GS). Vid varje nytt varv fick deltagarna reda på hur många varv de hade kvar.

YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST LEVEL 1

YYIR1 utfördes som beskrivet av Souhail et al. (15) i en inomhusidrottshall. Deltagarna guidades genom testet av en förinspelad ljudslinga (Yo-Yo Intermittent Återhämtningstest, Svenska FotbollFörlaget) med fortlöpande instruktioner. Testet består av olika nivåer (se Tabell 1). Hastigheten ökades successivt för varje nivå som bestod av ett antal rundor. Varje runda bestod av 3 signaler (beep). Testet startades vid startkon vid första signalen. Deltagarna sprang sedan 20 meter och nådde vändkon på andra signalen, varpå de vände och sprang 20 meter tillbaka där de åter nådde startkonen vid den tredje signalen. Efter detta hade spelaren 10 sekunder på sig att genom aktiv vila jogga till vilokon och tillbaka till startkon beredd på nästa startsignal för nästkommande runda (Se Figur 1). Om deltagaren ej nådde startkon vid tredje signalen utfärdades en varning. Upprepades detta ytterligare en gång avslutades testet för deltagaren. Den sista nivå som spelaren påbörjade blev slutresultatet i testet. Heatstorlek begränsades till max 10 stycken deltagare.



Tabell 1. Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1
Protokoll*

Ettapp	Hastighets- nivå	Hastighet (km/h)	Rundor (2x20 m)	Distans (m)
1	5	10	1	40
2	9	12	1	80
3	11	13	2	160
4	12	13,5	3	280
5	13	14	4	440
6	14	14,5	8	760
7	15	15	8	1080
8	16	15,5	8	1400
9	17	16	8	1720
10	18	16,5	8	2040
11	19	17	8	2360
12	20	17,5	8	2680
13	21	18	8	3000
14	22	18,5	8	3320
15	23	19	8	3640

* Efter varje 2x20 m runda sker en 10 s aktiv vila genom att jogga till vilokonen 5 m bakom startkonen och sedan tillbaka till startkonen.

STATISTISKA ANALYSMETODER

Den insamlade datan analyserades med PASW Statistics (release 18.0.0) av SPSS Inc. Spearman's rangkorrelation (r_s) användes för att testa överensstämmelsen mellan resultatet i CT respektive YYIR1 (gruppen som helhet och fördelat på kön) samt mellan spelarnas position (genom rangordning efter förväntade resultat från tidigare studier mot CT respektive YYIR1: KS = 1, 9M = 2, LS = 3). En konvergent validitet av $r_s \geq 0,8$ krävdes för att en association mellan de två testen skulle anses föreligga, där en överensstämmelse mellan bra (låga) värden på CT och bra (höga) värden på YYIR1 ger en negativ korrelation (20). Data rapporterades som medelvärde (m) \pm standardavvikelsen (SD). Medelvärde och standardavvikelse valdes när differensen mellan medelvärdet och medianen var marginell. Median (md) och range angavs dock vid BMI samt testresultaten.

RESULTAT

35 handbollsspelare hade möjlighet att delta i studien. Under studiens gång föll 9 deltagare bort på grund av landslagsläger (n=4), sjukdom (n=3), skador (n=1) och av personliga skäl (n=1). 5 deltagare exkluderades ur studien på grund av att de ej uppfyllde kraven (målvakter). 11 män (m (SD) ålder: $17,7 \pm 0,8$, längd: $186,4 \pm 6,1$, vikt: $83,0 \pm 7,9$ kg, BMI md (range) 24,1 (21,9-25,7), KS: 5 st, LS: 1st, 9M: 5st) och 10 kvinnor (ålder: $18,2 \pm 0,9$ år, längd: $171,4 \pm 7,6$ cm, vikt: $63,3 \pm 5,9$ kg, BMI: 21,4 (19,7-23,9), KS: 5 st, LS: 1 st, 9M: 4st) slutförde studien (se Tabell 2).

Tabell 2. Testdeltagarnas karaktäristika (n=21).

Grupp	n	Ålder (år)		Längd (cm)		Vikt (kg)		BMI		LS	6M	9M
		m	SD	m	SD	m	SD	md	Range			
Män	11	17,7	± 0,8	186,4	± 6,1	83,0	± 7,9	24,1	21,9-25,7	5	1	5
Kvinnor	10	18,2	± 0,9	171,4	± 7,6	63,3	± 5,9	21,4	19,7-23,9	5	1	4

m: medelvärde, SD: standardavvikelsen, md: median, R: range

KS: Kantspelare, LS: Linjespelare, 9M: 9m-spelare.

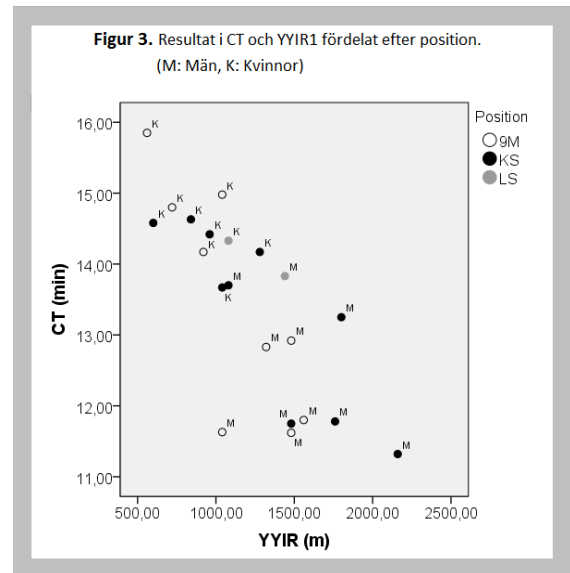
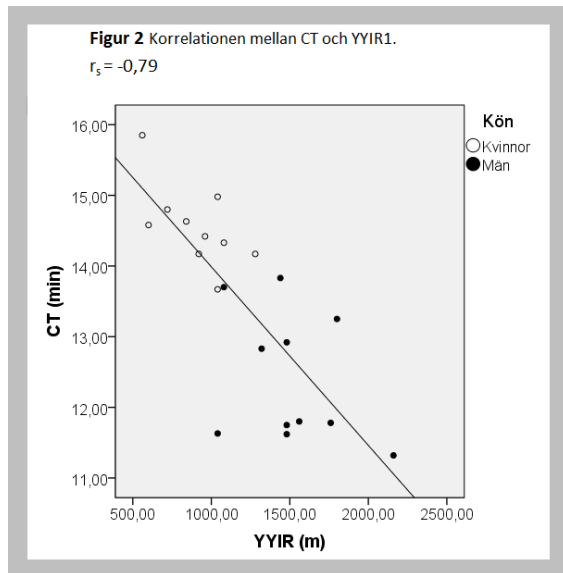
Samtliga deltagare sprang CT på m (SD) $13,4 \pm 1,3$ (md: 13,7, range: 11,3-15,9) minuter och distansen under YYIR1 var $1221,0 \pm 412,3$ (md: 1080, range: 560-2160) meter. Indelat efter kön sprang män CT på $12,4 \pm 0,9$ (md: 11,8, range: 11,3-13,8) minuter och distansen under YYIR1 var $1509,1,0 \pm 319,5$ (md: 1480, range: 1040-2160) meter. Kvinnorna sprang CT på $14,6 \pm 0,6$ (md: 14,5, range: 13,7-15,9) minuter och distansen under YYIR1 var $904,0 \pm 226,4$ (md: 940, range: 560-1280) meter (se Tabell 3).

Tabell 3. Resultat i CT och YYIR1

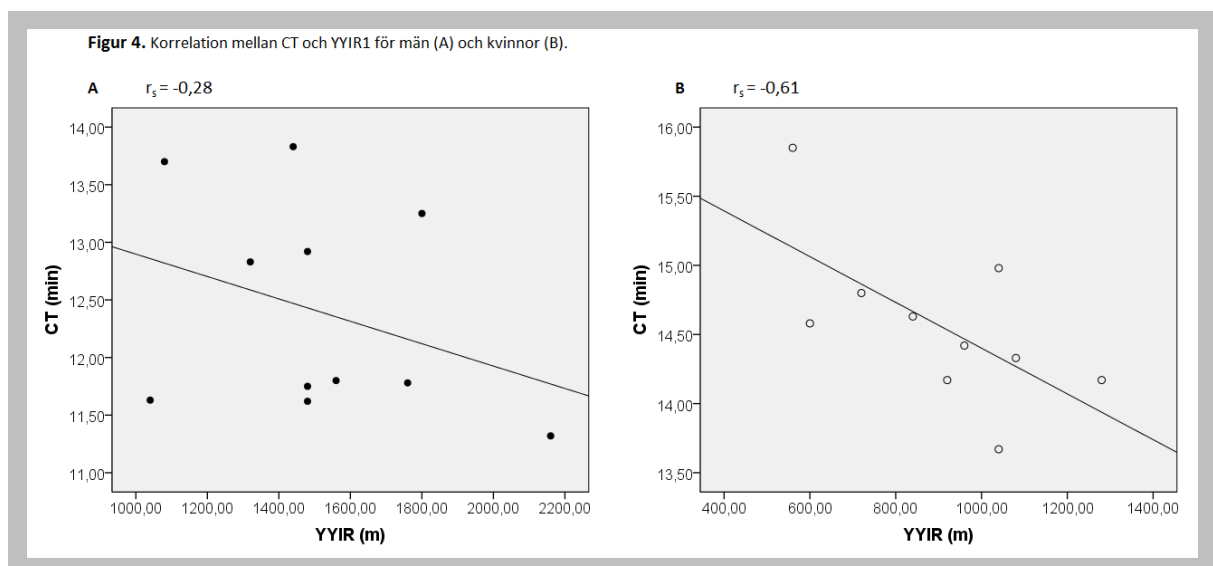
Grupp	n	CT (min)				YYIR1 (m)			
		m	SD	md	Range	m	SD	md	Range
Män	11	12,4	± 0,9	11,8	11,3 - 13,8	1509,1	± 319,5	1480	1040 - 2160
Kvinnor	10	14,6	± 0,6	14,5	13,7 - 15,9	904,0	± 226,4	940	560 - 1280
Samtliga	21	13,4	± 1,3	13,7	11,3 - 15,9	1221,0	± 412,3	1080	560 - 2160

m: medelvärde, SD: standardavvikelsen, md: median, R: range

En god överensstämmelse mellan CT och YYIR1 för gruppen som helhet påträffades med en korrelationskoefficient (r_s) på 0,79 ($p < 0,001$) (se Figur 2). Ingen slutsats kunde dras utifrån spelarnas position (män: CT $r_s = 0,9$, $p = 0,8$, YYIR1 $r_s = 0,4$, $p = 0,2$. kvinnor: CT $r_s = -0,5$, $p = 0,15$, YYIR1 $r_s = 0,3$, $p = 0,5$) och resultaten av de båda testerna. Resultatet i CT och YYIR1 fördelat efter position beskrivs i Figur 3.



Vid en subgruppsanalys indelat efter kön skiljde sig överensstämmelsen. För CT och YYIR1 var korrelationskoefficienten (r_s) för män 0,28 ($p = 0,4$) och 0,61 för kvinnorna ($p = 0,06$).



DISKUSSION

Det huvudsakliga resultatet i studien var att det för gruppen som helhet fanns en överensstämmelse mellan resultat i CT och YYIR1. De som presterade bra på CT, presterade även bra på YYIR1. Ett intressant fynd var dock att en könsmissig skillnad upptäcktes, där överensstämmelsen för män var svag medan överensstämmelsen för kvinnorna var betydligt starkare. Denna könsmissiga skillnad får dock anses inkonklusiv, eftersom grupperna blev för små för säkra resultat vid uppdelning av kön.

Överensstämmelsen mellan testerna var förvånansvärd, när hypotesen var att det borde finnas en skillnad mellan ett sportspecifikt (YYIR1) och ett icke sportspecifikt (CT) uthållighetstest. Det spekuleras även i att det skulle kunna finnas positions- och divisionsrelaterade skillnader i testresultaten (3, 8, 18). På grund av lågt deltagande och diverse bortfall kunde dock dessa parametrar ej studeras i den nuvarande studien.

METODDISKUSSION

Antalet deltagare räckte för att analysera gruppen som helhet, men en tydlig skillnad mellan könen upptäcktes. För att få säkrare svar på om det finns en könsskillnad eller ej mellan testerna krävs fler deltagare i båda grupperna. Detta medför att författarna ser den nuvarande studien som en pilotstudie.

Författarna hade hoppats på ett större deltagande i studien. För att minska bortfallet skulle studien ha förlagts till en annan del av säsongen. Detta var dock ej möjligt med studiens tidsbegränsade karaktär. Att studera eventuella positionsrelaterade skillnader mellan testerna var ett bisyfte i studien och det stod klart redan innan att detta inte skulle kunna genomföras med god säkerhet i svaren, i och med storleken på den deltagarmängd som fanns tillgänglig.

Vid ett enstaka tillfälle under YYIR1 uppstod viss förvirring bland deltagarna i ett av heaten. Ljudslingan vid YYIR1 var stundtals svår att höra i vissa delar av idrottshallen under testet. Spelarnas trötthet sent i testet i kombination med en hög verbal uppmuntran skulle kunna ha påverkat resultatet negativt. Positivt för de båda testerna var de likvärdiga omständigheterna (samma tid, inomhus) samt det standardiserade dynamiska uppvärmningsprotokollet för varje heat. Att deltagarna fick bekanta sig med YYIR1 innan det verkliga testtillfället var bra och dessutom nödvändigt.

Tidigare studier har undersökt YYIR1/CT:s förmåga att bedöma fotbollsdomares prestationsnivå. Endast YYIR1 kunde visa på signifikanta skillnader ($p < 0,05$) mellan domarnas olika divisioner (18). Övergripande skillnad i metod jämfört med nuvarande studien var att fotbollsdomarna testades i slutet av försäsongen. Att utföra studien i slutet av tävlingssäsongen skulle kunna betyda att spelarna är utslitna och att de tappat muskelmassa (och därmed anaeroba typ II fibrer), som skulle kunna påverkat resultatet negativt. Studier har dock visat att både manliga och kvinnliga handbollsspelare har oförändrad förmåga till sprint och uthållighet, samt bibehållen (män) eller signifikant förbättrad (kvinnor) fettfri massa i slutet av säsong jämfört med slutet av försäsongen (21), (22). Detta styrker att resultatet ej bör ha påverkats av studiens genomförande i slutet av tävlingssäsongen.

Tidigare forskning har även utvärderat CT med Beep Test för validering av VO_{2max} för fälttester (23). Under testerna mättes i denna studien även blodlaktat, hjärtfrekvens och kroppsfett. När både CT och YYIR1 är maxtester kunde dessa mätningar med fördel ha gjorts i den nuvarande studien för att säkerställa att maxprestation verkligen uppnåddes.

Den tidigare obekantskapen till YYIR1, bland deltagarna i den nuvarande studien, kan ha påverkat deltagarnas tilltro till den egna förmågan. Tidigare forskning har visat tydliga samband mellan detta och idrottsprestation (24). När deltagarna ej tidigare presterat max i YYIR1 skulle detta ha kunnat påverka deras tilltro till den egna förmågan och därmed resultatet negativt.

Kenneth Cooper hävdar själv i sin studie från 1968 att CT är en valid metod för uppskattning av VO_{2max} – om testpersonerna är mycket väl motiverade (17). Grant et al. instämmer i att motivationen kan vara avgörande. Grant et al. observerade vidare i sin studie att validiteten av CT är beroende av testgruppens sammansättning. Författarna diskuterar vidare att korrelationen till VO_{2max} är så låg som 0,59 ($n = 22$) vid en homogen grupp (25) jämfört med Coopers korrelation på 0,90 ($n = 115$) vid en icke homogen grupp med ådersspann på 17-52 år (17). I den nuvarande studien får gruppen som helhet anses vara homogen, vilket kan påverka validiteten av uppskattningen av VO_{2max} . En färsk analys visar att CT under- och överbedömer VO_{2max} för låg- respektive högpresterande personer (26). Detta medför att det kan bli svårt att rättvist bedöma spelare på olika prestationsnivåer.

Skillnaden i rörelsemönster mellan testerna skulle kunna påverka prestationen hos deltagarna i den nuvarande studien. Rörelsemönstret i CT associeras inte med

rörelsemönstret vid handbollsspel, vilket skulle kunna ha påverkat prestationen i CT mer negativt än YYIR1.

RESULTATDISKUSSION

Det är vedertaget att högre VO_{2max} ökar förmågan till återhämtning efter submaximalt arbete. En av anledningarna att uppskatta VO_{2max} på spelare skulle därför kunna vara för att få ett mått på förmågan till återhämtning i handboll. Syftet med CT är att testa spelarnas maximala aeroba kapacitet (VO_{2max}). Till skillnad från kontinuerlig löpning blir förmågan att återhämta sig snabbt avgörande för prestationen vid mer högintensiva, intermittenta förhållanden. Studier gjorda på både manliga och kvinnliga idrottare tittade på om detta även gällde för intermittent högintensivt arbete och fann ingen signifikant korrelation mellan VO_{2max} och återhämtningsgrad (27, 28). Detta förefaller ej stämma överens med resultaten i den nuvarande studien.

Det finns dock forskning som antyder att VO_{2max} skulle kunna ha en inverkan på återhämtning och bibehållen power under intermittent arbete, bland annat genom snabbare påfyllning av kreatinfosfatlagren i musklerna genom kompensering av det aeroba systemet (29). Andra studier har gått in mer specifikt på detta och menar att det aeroba systemet endast kan kompensera tills dess att laktattröskeln nått en viss nivå (30). Denna kompensering via det aeroba systemet skulle kunna vara en förklaring till testernas överensstämmelse, det vill säga att de som var bra på CT även var bra på YYIR1.

En möjlig anledning till den könsrelaterade skillnaden i överensstämmelsen mellan de båda testerna skulle kunna vara variationen i vikt (differensen: max-min) i de båda grupperna indelade efter kön (män: 26 kg, kvinnor: 18 kg). Variationen i BMI visar dock endast på en marginell skillnad mellan individerna i respektive grupp (män: 3,8, kvinnor: 4,2). Detta skulle kunna tyda på att vikten ej diskriminerar grupperna efter indelning i kön i den nuvarande studien. BMI tar ej hänsyn till muskelmassan, vilket skulle kunna betyda att fettprocenten kan variera mellan grupperna.

Något som skulle kunna tänkas ha påverkat skillnaderna i överensstämmelse mellan testerna vid gruppindelning efter kön, är skillnaden i fördelning och tvärsnittsarea av muskelfibrer. Studier har visat att kvinnor har lägre andel typ II fibrer samt att dessa även har mindre tvärsnittsarea (31, 32). Mätningar på glykogennivåerna före och efter YYIR1 har uppmätts i tidigare studier. Glykogennivåerna i typ II fibrerna hade minskat eller var näst intill tömda

medan ingen signifikant skillnad uppmättes i typ I fibrerna (19). Detta skulle kunna förklara trenden till sämre överensstämmelse mellan CT och YYIR1 för män på grund av deras större mängd typ II fibrer och därigenom bättre förutsättningar för anaerob energiproduktion. En annan orsak till skillnaden i överensstämmelse mellan könen är förmågan att producera laktat och fortsätta använda anaeroba energiprocesser med större kraftutveckling. Billaut et al. diskuterar i sin studie från 2003 att det finns en skillnad mellan glykolytiska enzymer (lägre för kvinnor), bland annat laktatdehydrogenas, mellan könen (33). Detta skulle kunna påverka förmågan till laktatproduktion hos kvinnorna, vilket skulle kunna ha påverkat förmågan till tillräcklig kraftutveckling under högre hastigheter i YYIR1.

Det fanns skillnader mellan täckt distans i YYIR1 i den nuvarande studien jämfört med tidigare studier. Täckt sträcka i YYIR1 avviker och är kortare jämfört med tidigare studier. Souhail et al. konkluderar i sin studie från 2010 att manliga tonåringar bör prestera ≥ 1800 m som förutsättning för handbollspel på hög nivå (15). Enligt Bangsbo et al. rapporteras damer på elitnivå nå upp till ca 1100 meter (34). Skillnader finns med den nuvarande studiens resultat (män: 291 meter – ca 7,3 rundor, kvinnor: 196 meter – ca 4,9 rundor) och vad som anses krävas av unga spelare på elitnivå. Detta skulle kunna kopplas till den starka överensstämmelsen mellan testerna för gruppen som helhet och bero på ej tillräcklig förmåga till hantering av laktat i slutet av YYIR1.

En möjlig förklaring till varför resultatet i studien avvek från tidigare forskning skulle kunna vara ålder och därmed spelarnas fysiologiska mognad. Detta kan dock till viss del uteslutas när medelåldern i studien av Souhail et al. var så låg som $14 \pm 0,5$ år. En mer trolig faktor är spelarnas fysiologiska utvecklingsnivå (35), vilken är direkt beroende av intensiteten i träningen och om den riktar in sig på specifika energisystem. Detta skulle kunna tyda på att deltagarna inte får tillräckligt mycket träning på rätt intensitetsnivåer, till exempel träning med upprepade sprinter. Sådana protokoll har lett till förbättringar både aerobt och anaerobt (36), vilket skulle kunna påverka prestation i testerna samt vid handbollspel. Ytterligare forskning behövs dock inom området. För att förtydliga resultaten krävs en större testgrupp med hänsyn till ålder, kön, och vikt (fettfri massa). För att ytterligare kunna dra slutsatser efter position krävs betydligt fler individer inom respektive subgrupp.

SLUTSATS

Överensstämmelsen mellan CT och YYIR1 var god på gruppnivå och därför skulle testerna kunna vara utbytbara. Eftersom det fanns en tydlig skillnad mellan könen krävs större studier. För att fånga det idrottsspecifika i testen är det möjligt att man bör mäta laktatnivåer och dess association till CT resp YYIR1. Vid vidare forskning (baserad på denna pilotstudie) rekommenderar författarna att även mäta hjärtfrekvens, fettfri massa för att ge möjlighet att precisera analyserna av resultatet.

PRAKTISKA APPLIKATIONER

YYIR1 skulle kunna ha många praktiska fördelar inom handbollen i Sverige idag som alternativt test för att mäta uthålligheten hos unga handbollsspelare. När man dels kan testa väldigt många spelare samtidigt och att det kan utföras i samband med handbollsträningen i träningsanläggningarna där klubblagen har träningstider.

Vi föreslår att YYIR1 med fördel kan börja användas istället för CT för att utvärdera uthålligheten hos unga handbollsspelare, när rörelsemönstret i testet är mer handbollsspecifikt än i CT och för att typ II muskelfibrer aktiveras i större utsträckning.

KÄLLFÖRTECKNING

1. Svenska Handbollsförbundet. Handbollsgymnasier. [Online]. [cited 2011 03 22. Available from: <http://www.handboll.info/sv/Utbildning/Handbollsgymnasier>.
2. Sporis G, Vuleta D, Vuleta JR. D, Milanovic D. Fitness profiling in handball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Collegium Antropologicum*. 2010; 34(3): p. 1009-1014.
3. Sibilija M, Vuleta D, Pori P. Position-related differences in volume and intensity of large-scale cyclic movements of male players in handball. *Kinesiology*. 2004; 36(1): p. 58-68.
4. Sevim Y, Bilge M. The comparison of the last olympic, world and european men handball championships and the current developments in world handball. *Research Yearbook*. 2007; 13(1): p. 65-71.
5. Srhoj V, Marinovic M, Rogulj N. Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Collegium Antropologicum*. 2002; 26(1): p. 219-227.
6. Granados C, Izquierdo M, Ibañez J, Bonnabau H, Gorostiaga M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handballers. *International Journal of Sports Medicine*. 2007;: p. Epub, 8 sidor.
7. Jastrzêbski Z. Aerobic and anaerobic capacity of polish junior handball team. *Research Yearbook*. 2005; 11(1): p. 16-20.
8. Wallace BM, Cardinale M. Conditioning for team handball. *Strength & Conditioning Journal*. 1997; 19(6): p. 7-12.
9. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*. 2001; 31(10): p. 725-741.
10. Baker JS, McCormick MC, Robergs RA. Interaction among skeletal muscle metabolic energy system during intense exercise. *Journal of Nutrition & Metabolism*. 2010; 2010(90561): p. Epub, 13 sidor.
11. Karp J. Muscle fiber types and training. *Strength and Conditioning Journal*. 2001; 23(5): p. 21–26.
12. Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological profile of handball players. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*. 2001; 41(3): p. 349-353.
13. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*. 2005; 35(12): p. 1025-1044.
14. Delamarche P, Gratas A, Beillot J, Dassonville J, Rochcongar P, Lessard Y. Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *International Journal of Sports Medicine*. 1987; 8(1): p. 55-59.
15. Souhail H, Costagna C, Mohamed HJ, Younes H, Chamari K. Direct validity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test in young team handball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010: p. 465-470.
16. Sirotic A, Coutts A. Physiological and performance test correlates prolonged, high-intensity, intermittent running performance in moderately trained women in team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(1): p. 138-144.
17. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake. *Journal of the American Medical Association*. 1968; 203(3): p. 135-138.
18. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Competitive-level differences in Yo-Yo Intermittent Recovery and Twelve Minute Run test performance in soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(4): p. 805–809.
19. Krstrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Bangsbo J. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological response,

- reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003; p. 697-705.
20. Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics* Belmont, CA: Duxbury Press; 2005.
 21. Gorostiaga E, Granados C, Ibáñez J, González-Badillo J. Effects of an entire season on physical fitness in elite male handball players. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 2006; 38(2): p. 357-366.
 22. Grandaos C, Izquierdo M, Ibáñez J, Ruesta M, Gorostiaga E. Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2008; 40(2): p. 351-361.
 23. O'Gorman D, Hunter A, McDonnacha C, Kirwan J. Validity of field tests for evaluating endurance capacity in competitive and international-level sports participants. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2000; 14(1): p. 62-67.
 24. Weinberg R, Gould D. *Foundations of Sport and Exercise Psychology*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 2006.
 25. Grant S, Corbett K, Amjad A, Wilson J, Aitchison T. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*. 1995; 29(3): p. 147-152.
 26. Penry JT, Wilcox AR, Yun J. Validity and reliability analysis of Cooper's 12-minute run and the Multistage shuttle run in healthy adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011: p. 597-605.
 27. Hoffman JR, Einbinder M, Weinstein Y. The influence of aerobic capacity on anaerobic performance and recovery indices in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1999: p. 407-411.
 28. Carey D, Drake M, Pliego G, Raymond R. Do hockey players need aerobic fitness? Relation between VO₂max and fatigue during high-intensity intermittent ice skating. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(3): p. 963-966.
 29. Tomlin D, Wenger H. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*. 2001; 31(1): p. 1-11.
 30. Tomlin D, Wenger H. The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *Journal of Science & Medicine in Sport*. 2002; 5(3): p. 194-203.
 31. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *The Journal of Histochemistry & Cytochemistry*. 2000; 48(5): p. 623-629.
 32. Miller A, MacDougall J, Tarnopolsky M, Sale D. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *European Journal of Applied Physiology*. 1993; 66(1): p. 254-262.
 33. Billaut F, Giacomoni M, Falgairette G. Maximal intermittent cycling exercise: effects of recovery duration and gender. *Journal of Applied Physiology*. 2003; 95(1): p. 1632-1637.
 34. Bangsbo J, Marcello Iaia F, Krstrup P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*. 2008; 38(1): p. 37-51.
 35. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*. 2003; 21: p. 519-528.
 36. MacDougall J, Hicks A, MacDonalds J, McKelvie R, Green H, Smith K. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*. 1998; 84: p. 2138-2142.