



Kvantitativ studie av fysiologiska parametrar under fyra innebandymatcher

Undersökning av blodlaktatkoncentration och hjärtfrekvens under matchspel hos 14-åriga manliga innebandyspelare

Patrik Börjesson

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN

Självständigt arbete grundnivå 112:2016

Ämneslärarprogrammet 2013-2018

Handledare: Alexander Ovendal

Examinator: Pia Lundqvist Wanneberg

Sammanfattning:

Syfte och frågeställningar: Syftet med denna studie är att undersöka och kvantifiera ungdomars pulsvariation och undersöka blodlaktatkoncentration under matchspel innebandy. Frågeställningen berör i vilken pulszone spenderar manliga innebandyspelare tonåringar mest tid under matchspel och finns det skillnader i tid spenderad i olika pulszoner beroende på position? Hur varierar blodlaktatkoncentration under matchspel och finns det skillnader mellan positioner (backar, centrar och forwards)?

Metod: Försökspersonerna i denna studie bestod av 15st manliga (medelvärde \pm SD: Ålder $14,5 \pm 0,5$ år, Längd $174,3 \pm 12$ cm, Vikt $66,8 \pm 24$ kg, VO_{2max} $45,9 \pm 2,0$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), Maximal hjärtfrekvens $199,3 \pm 2,5$ slag per minut) innebandyspelare under 4st matcher i Stockholms Innebandyförbund, serietillhörighet medelnivå mörkröd. Under varje match registrerades 11-13 spelares hjärtfrekvens (medelvärdet i % utav HFmax) samt att det togs blodprover på två spelare innan, under, vid paus och efter matchspel för mätning av blodlaktatkoncentration.

Resultat: Gemensamma medelvärdet av hjärtfrekvens hos spelarna var $74 \pm 4,68\%$ utav HRmax under matcherna. Spelarna spenderade signifikant mer tid i pulszoner 2 (60-70% av HFmax) och 3 (70-80% av HFmax) än resterande pulzoner. Backar spenderade signifikant mer tid i pulszone 4 (80-90% av HFmax) än forwards. Målvakter spenderade signifikant lägre tid i pulszone 3 jämfört med övriga spelarpositioner. Målvakter spenderade även signifikant lägre tid i pulszone 5 (>90%) jämfört med forwards och centrar. Blodlaktatkoncentration visade ett medelvärde för samtliga positioner över 7 provtagningar var $7,45 \pm 2,49$ mmol/L. Vid sammanlagt medelvärdet av laktatkoncentration vid 4 matcher visades signifikant skillnad mellan prover tagna innan match ($2,693 \pm 0,72$ mmol/L) och efter match ($5,49 \pm 2,16$).

Slutsats: I denna studie befann sig majoriteten av tiden i 70-100% av maximal hjärtfrekvens. Det framkommer även i denna studie att laktatkoncentrationen hos utspelarna stiger fort och är konsekvent relativt hög under matchspel. Därav bör såväl toleransträning som produktionssträning ingå för att förbereda ungdomar för matchspel i innebandy.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund.	1
2. Syfte och frågeställning.	6
3. Metod.	6
3.1 Försökspersoner.	6
3.3 Reliabilitet och validitet.	8
3.4 Statistisk analys.	8
3.5 Etiska övervägande.	8
4. Resultat.	
5. Diskussion.	10
Käll- och litteraturförteckning.	14

Tabell- och figurförteckning

Tabell 1. Tid på planen och byten under matchspel (Internationella innebandyförbundet, 2014).	2
Tabell 2. Kvantifierad fördelning av intensitet (Internationella innebandyförbundet, 2014)	2
Tabell 3. Beskrivning av deltagare (n= 15) (mean \pm SD)	6
Tabell 4. Medelvärde av hjärtfrekvenser (% HFmax) i zoner.	9
Figur 1. Medelvärde av laktatkoncentration i förhållande till position, samt totaltmedelvärde för samtliga positioner vid 4st innebandymatcher	10

1. Bakgrund.

Från slutet av september till början av maj spenderar många barn och ungdomar sina helger i en idrottshall för att bedriva tävlingsformen utav innebandy (Riksidrottsförbundet, 2016). Ungdomslagen spenderar vardagskvällar för att förbereda sig inför helgens evenemang. Innebandyn beskrivs som en högintensiv idrott, men hur ser det egentligen ut på ungdomsnivå?

Innebandyn har gått från att vara en aktivitet som bedrivits i form av hobbyaktivitet på fritidsgårdar och i rent rekreationssyfte, till en av de snabbast växande organiserade idrotterna i världen. Innebandyn är en idrott med många högintensiva löpningar vilket ställer höga krav på utövarens snabbhet och uthållighetsförmåga (Tervo, T. & Nordström, A. 2014) Idag finns det ca 120 000 registrerade innebandyspelare i Sverige (Svenska Innebandyförbundet, 2016). Med ca 80 000 barn och ungdomar som deltar under tävlingsform. Bara fotbollen har större antal deltagande barn och ungdomar med ca 236 000 aktiva. (Riksidrottsförbundet, 2016)

Innebandy spelas på en spelplan med dimensionen 40x20m och matchtiden på seniornivå är 3x20min effektiv speltid. På plan förfogar varje lag över 6 spelare, var av högst en målvakt, vardera lag får max ha 20 spelare. Den genomsnittliga matchtiden på seniornivå är 1h, 26 min och 54 sekunder och den genomsnittliga tiden på plan per spelare är 34 min och 31 sekunder. I genomsnitt görs 20,4 byten under en innebandymatch (Internationella innebandyförbundet, 2014). Spelformen för ungdomar i åldrarna 14-16 år kallas för Röd nivå. Vid denna spelform motsvarar matchlängden 3x15min löpande tid. Innan matchspel har lagen rätt till minst 2min uppvärmning på spelplanen. Periodpauserna varierar mellan 3-5 minuter där domaren avgör när spelet ska återupptas. (Stockholms Innebandyförbund, 2016). Positionerna varierar utefter taktisk formering, men brukar vara uppdelat med två backar, en center och två forwards.

Internationella innebandyförbundet (2014) har publicerat en rapport innehållande studier gjord på finländska landslagspelare och på lag i den schweiziska högsta divisionen för herrar. I studien fastställs att tiden på planen varierar mellan 30-50 sekunder per byte, med 2-3 minuters efterföljande återhämtningstid. Under en match genomförs ca 20 byten, och den totala tiden på plan varierar beroende på position, se tabell 1.

Tabell 1. Tid på planen och byten under matchspel (Internationella innebandyförbundet, 2014)

Tid på planen och byten under matchspel

	Medelvärde	Back	Center	Forward
Total matchtid	01:26:54	01:27:39	01:28:23	01:26:07
Tid på planen	00:34:31	00:35:50	00:35:59	00:33:18
Byten	20,4	20,3	19,6	23,2

I samma dokument finns även angivet statistik på innebandyspelarnas rörelseprofil under herrarnas VM i Schweiz 2012. Under detta världsmästerskap rörde sig en innebandyspelare i snitt 192m per byte, vilket motsvarar 3840m under en hel match (Internationella innebandyförbundet, 2014). Viktigt att poängtera att resultatet från studien varierar beroende av betydelsegraden för match, lag, spelare eller föredragen taktik. Det framgår inte i studien hur många spelare man använt sig av.

För att kvantifiera intensiteten under matchspel delades löphastigheter upp i 6 kategorier: stående (0-3,6 km/h), gång (3,7-7,2 km/h), jogging (7,2-14,4 km/h), löpning (14,5-19,1), höghastighets löpning (19,2-25,2 km/h) och sprint (25,3-36 km/h). Fördelningen presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Kvantifierad fördelning av intensitet (Internationella innebandyförbundet, 2014)

Stående:	Gång:	Jogging:	Löpning:	Höghastighets löpning:	Sprint:
9 %	24 %	42 %	15 %	9 %	1 %

Utöver dessa dokument är få vetenskapliga artiklar gjorda på innebandy. I en översiktsartikel från Innebandyns kompetenscentrum (IKC), baserad vid Umeå universitet, handlar majoriteten av de innebandy relaterade artiklarna om skador och dess epidemiologi. (Tervo & Nordström, 2014)

För att få reda på vilken belastning som ställs på det kardiovaskulära systemet användes pulsmätare. Genom att undersöka genomsnittlig hjärtfrekvens (HF) samt maximal hjärtfrekvens erhålls en indikation för den fysiologiska belastningen (Barbero-Álvarez et al. 2008), samt variationer i belastning beroende spelarens position (Stroyer, J, Hansen, L, & Klausen, K, 2004).

För att kvantifiera vilket energisystem individer använder vid fysiskt arbete har tidigare forskning tagit blodprov i syfte för att mäta laktatkoncentrationen (Chelly et al. 2011).

Att ha i beaktande vid mätning av blodlaktat är ålder och fysiologisk mognadsgrad hos de individer där mätningen har genomförts. Laktatkoncentrationen i blodet är bevisat lägre hos barn än hos vuxna, eftersom andelen av glykolytiska muskelfibrer ökar i takt med fysiologisk mognad (Beneke et al. 2005). Den oxidativkapaciteten är signifikant högre hos barn än hos vuxna män, vilket leder till bättre återbildning av ATP, vilket kan vara en av faktorerna till barns förmåga till bättre motstånd vid trötthet under hög intensiva intermitterant fysisk aktivitet (Ratel et al. 2007). Studier har även visat att pojkar i 11-årsåldern har signifikant lägre blodlaktatkoncentration än män i tonårsåldern, 14 år, och vuxna män, $24 \pm 1,9$ år, efter intermitterant anaerobt arbete (4x 30sekunder) samt efter långvarig anaerobt arbete (2x60s). Vid denna studie utfördes arbetet med en dynamometer. Vuxna män hade signifikant högre kraftutveckling än barn och tonåriga män. Efter utfört anaerobt arbete, under 2x60 sekunder, visade män i tonårsåldern, 14 år, liknande laktatvärden som män, 24 år. (Zafeiridis et al. 2005). Studier visar att tömning av glykogendepåer är tre gånger större hos 15-åringar än hos 11-åringar under fysisk aktivitet som utförs med ökad intensitet (Armstrong et al. 2015). Studier på muskelbiopsier visar lite om potentiella mognadseffekter på fysisk prestation. Barns mognadsgrad är progressiv men asynkron i förhållande till den aeroba metabolismen. Vid övergången till en metabolprofil likt den som är hos vuxna, sker störst förändring i den anaeroba metabolismen vid aktiviteter där denna energiprocess är aktiv jämfört med aktiviteter där aeroba energiprocesser är aktiva. Blodlaktat må vara åldersrelaterad men det går inte att finna ett enskilt sammanband mellan mognadsgrad (ibid). Michalsik och Bangsbo (2004) är kritiskt till att ungdomar bedriver träning av anaerobkapacitet och effekt, då de anser att anaerob träning som är både fysisk och psykiskt påfrestande och bör endast bedrivas på elitnivå.

Vid undersökning av individers aktivitet under matchspel brukar vanligtvis metoden kallas för rörelseprofil. En rörelseprofil syftar till kartläggning av individers fysiologiska aktivitet under

matchsituation. Vid en genomförd rörelseprofil undersöks individers förflyttning genom olika förflyttningsparametrar. De förflyttningsparametrar som undersöks vid matchspel kan vara följande: procent av maximal hjärtfrekvens, tid vid olika pulszoner, total distans, antal högintensiva löpningar, tid och distans vid högintensivt arbete (Mohr et al, 2008). För att kvantifiera ödeviddernas förflyttning används oftast global positioning system (GPS-teknologi) för att mäta sträcka samt hastighet vid löpningar. En uppsjö av rörelseprofiler har studerats framför allt inom fotbollen (Krustrup et al, 2005; Mohr. et al 2008; Capranica et al, 2011). Inom fotboll gjordes en studie av Capranica et al. (2011) vilken undersökte den fysiologiska belastningen hos 6st 11-åriga under 11-manna och 7-manna fotbollsmatcher i förhållande till olika spelarpositioner. Genom att undersöka spelarnas hjärtfrekvens och mätning av spelarnas blodlaktatkoncentration registrerades den fysiologiska belastningen. Resultatet i denna studie visade på avsaknad av statistisk signifikant i parameter avseende förhållande hos spelarna beroende på dess position och spelformat. Under matchspel befann sig spelarnas puls på över 170 slag per minut under 84% av totala matchtiden. Insamling av blodprover för blodlaktatkoncentrationen skedde efter uppvärmning efter första och andra halvlek. Vid matchspel med spelformen 11-mann motsvarade blodlaktatkoncentration 3,1-8,1 mmol/L. Vid matchspel med spelformen 7-manna 1,4-7,3 mmol/L.

Rörelseprofiler har även gjorts inom sporter som rugby (Deutsch et al, 1998) och idrotter som bedrivs inomhus; futsal (De Oliveira Bueno et al. 2014) basketboll (Hülka et al. 2013; Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007) och handboll (Chelly et al, 2011). I en annan studie gjord av Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, (2007) där syftet var att analysera fysiologiska data under matchspel i basket. Datainsamlingen skedde under 6st matcher med hjälp av 38st elitbasketspelare tillhörande sex olika lag i åldersklassen u19. Hjärtfrekvensen registrerades med hjälp av pulsband. Registreringen av hjärtfrekvensen stoppades när spelaren inte befann sig i spel samt vid avbrott och pauser. Blodprover inhämtades genom en ven i armvecket. Blodproverna togs inför varje match, vid halvtid samt vid fulltid. Under matchspel var hjärtfrekvensen hos spelarna var $91 \pm 2\%$ av maxfrekvens. Blodlaktatkoncentrationen varierade i förhållande till halvlek ($6,05 \pm 1,27$ mmol/L) och vid fulltid ($4,94 \pm 1,46$ mmol/L)

Chelly et al. (2011) genomförde en studie vars syfte var att undersöka rörelseprofilen hos unga elithandbollsspelare. Med denna rörelseprofil studerades spelarnas fysiska och motoriska prestation i jämförelse med första och andra halvlek under match. För att dokumentera hjärtrespons genomfördes mätningar med hjälp av pulsmätare. Mätning av laktatkoncentration gjordes för

att undersöka det anaeroba energisystemets inverkan. Av de 18 deltagande (män vars snittålder var $15,1 \pm 0,6$ år) var snittpulsen 172 bpm (motsvarande $82 \pm 3\%$ av maxpuls). Blodlaktatkonzentration vid slutet av första och andra halvlek var $9,7 \pm 1,1$ samt $8,3 \pm 0,9$ mmol/L.

Det finns inga vetenskapliga artiklar publicerade inom innebandyn om rörelseprofil eller intensitet vid matchspel på barn och ungdomar. Däremot finns det några opublicerade studier gjorda på masternivå vid universitet och högskolor. Internationella innebandyförbundet (2014) publicerade ett dokument innehållande delar av en studie gjord på innebandyspelares rörelseprofil på elitnivå. Utöver detta har det även mätts hur anaeroba energisystemets inverkar under innebandymatch genom blodprov och laktat. Under 2014 undersöktes laktatkonzentrationen i blodet på 18st finländska elitspelare före, mellan perioder och efter match. Detta resultat hade ett medelvärde på $6,7$ mmol/L. Vid högsta mätningen var laktatkonzentrationen $11,47$ mmol/L. Denna studie är gjord på manliga seniorspelare, och saknar metoddel vilket påverkar studiens reliabilitet och validitet.

En artikel skriven av Andersson (2016) på masternivå vid Mittuniversitet undersökte fysiologisk respons samt statistiska skillnader mellan position hos kvinnliga innebandyspelare under 5st matcher i Svenska Superligan, där medelvärdet av hjärtfrekvensen under matchspel hos dessa spelare var $76 \pm 4,2\%$ av max. En undersökning gjordes också på det anaeroba energisystemets inverkan hos spelarna genom att undersöka blodlaktatkonzentration hos spelarna. Dessa medelvärden motsvarade före match $2,5 \pm 1,2$ mmol/L och efter match $4,8 \pm 1,5$ mmol/L. Under matchspel kom spelarna upp i ett medelvärde på $6,5 \pm 2,8$ mmol/L (Andersson. 2016). Då tidigare studier är gjorda på kvinnliga och manliga seniorspelare råder det total avsaknad av rörelseprofil på innebandyspelande barn och ungdomar.

2. Syfte och frågeställning.

Syftet med denna studie är att undersöka och kvantifiera ungdomars tid i olika puls zoner under matchspel och undersöka blodlaktatkoncentration hos utespelare, för att på så sätt skapa en rörelseprofil på innebandyspelande ungdomar baserat på puls och laktatkoncentration.

I vilken puls zon spenderar manliga innebandyspelande tonåringar mest tid under matchspel och finns det skillnader i tid spenderad i olika puls zoner beroende på position?

Hur varierar blodlaktatkoncentration under matchspel och finns det skillnader mellan positioner (backar, centrar och forwards)?

3. Metod.

3.1 Försökspersoner.

Försökspersonerna i denna studie tillhörde ett lag som spelar sina matcher i Stockholms Innebandyförbund, med serie tillhörighet medelnivå mörkröd (spelare födda 00-01). Deltagande skedde vid förutsättning att spelarna var fullt friska och skadefria. Vid studiens start informerades deltagarna samt vårdnadshavarna om studiens syfte och metod. Godkännande till medverkan gavs genom skriftligt medgivande från både vårdnadshavare och deltagare. Beskrivning av deltagare, se tabell 3.

Tabell 3. Beskrivning av deltagare (n= 15) (mean \pm SD)

Variabel	Backar (n=6)	Centrar (n=3)	Forwards (n=5)	Målvakt (n=1)	Totalt (n=15)
Ålder (år)	14,5 \pm 0,5	15 \pm 0	14,6 \pm 0,5	15 \pm 0	14,6 \pm 0,4
Längd (CM)	174,3 \pm 12	174,5 \pm 6,9	175 \pm 7,2	167	174,3 \pm 8,6
Vikt (Kg)	66,8 \pm 24	53,3 \pm 4,1	61,5 \pm 13,6	55,8	61,2 \pm 16,4
VO ₂ max (ml*kg ⁻¹ *min ⁻¹)	45,9 \pm 2,0	50,5 \pm 2,8	51,1 \pm 4,8	45,2	49,1 \pm 4,1
Max hjärtfrekvens (bpm)	199,3 \pm 2,5	204,33 \pm 1,1	198,8 \pm 6,7	204	200,4 \pm 4,6

6 veckor innan matchanalysen genomförde deltagare ett maxtest i form av beeptest (20m) för att registrera maximal hjärtfrekvens (HFmax) hos spelarna. Innan genomförandet av beeptestet utförde spelarna gemensam uppvärmning. Denna uppvärmning bestod av löpning med stegrande intensitet under 5 minuter. Vid detta testtillfälle registrerades även spelarnas maximal hjärtfrekvens (Silva. 2012). Ett uppskattat VO_{2max} beräknades med hjälp av tabell framtaget av Ramsbottom et al. (1988). Hjärtfrekvensen analyserades med hjälp av systemet Polar team (Polar Electro Oy, Kempele, Finland).

Innan varje match genomförde spelarna gemensam uppvärmning vilken bestod av två delar. Vid första uppvärmningstillfället bedrevs gemensam jogg, i stegrad intensitet, under 5 min. Denna uppvärmning följdes upp med en lågintensiv paus. Pausen varade i 5 min och bestod av att spelarna förflyttade sig från omklädningsrum mot spelplanen. Efterföljande uppvärmning genomfördes med klubba och boll, med stegrad intensitet, under ca 5 min.

Data samlades in med hjälp av pulsmätare och insamling av blodprover för laktatmätning. Data samlades in under 4 efterföljande tävlingsmatcher utspritt på 14 dagar. Under varje match analyserades pulsvariationer (hjärtfrekvens) på 11-13 spelare och total tid i olika hjärtfrekvenszoner (<60%, 60-70%, 70-80%, 80-90% och >90% av max hjärtfrekvens). Registrering av hjärtfrekvensen på spelarna skedde med hjälp av Polar H7 sensorer (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Registreringen av puls värden skedde i applikationen Polar team (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) med hjälp av Ipad 3 (Apple, CA, USA). Registreringen av spelarnas puls startade 2 minuter innan matchstart och avslutades 2 minuter efter match.

Blodprover togs på två utespelare per match. Spelarna där blodprov togs spelade på samma position i olika femmor. Blodproverna togs vid 7 tillfällen per match. Tiden då första blodprovet togs var 6 ± 1 min innan matchspel. Ett blodprov togs på varje spelare under matchspel vid varje period, vid varje paus samt efter match. Blodproverna togs i snitt var $13:e \pm 1$ minut efter första blodprovet tagits.

Mätning av blodlaktat gjordes genom ett kapillärprov (20 microliter) vilket togs från fingertoppen. Laktatproven analyserades via Boisen C-Line Sport (EKF Diagnostics, Magdeburg, Tyskland) vid LTIV (GIH, Stockholm).

3.3 Reliabilitet och validet.

Vid analys av blodlaktatkoncentration i Boisen C-Line Sport kalibreras mätutrustningen med en känd standardlösning på 12 mmol/l innan övriga prover analyseras. Vid kalibrering är variationskoefficienten $\leq 1,5\%$. (EKF Diagnostics, Magdeburg, Tyskland).

Polar H7 sensorerna (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) utvecklades för att kunna kommunicera med Apple-anordningar (Apple, CA, USA) genom av två olika system av trådlös kommunikation (Cheatham, S. W., Kolber, M. J., & Ernst, M. P 2015). Polars sensorer som använder sig av denna trådlös teknik har visat sig ha god korrelation med elektrokardiografi (EKG), som ses vara golden standard vid undersökning av hjärtats elektriska konduktivitet. Vid fysisk ansträngning visar sensorn från Polar en korrelation på $r=0,981$ med EKG vid registrering av hjärtslag (Vanderlei et al. 2008).

Korrelationen av ett uppskattat VO_{2max} vid ett Beep-test (20m) och vid ett VO_{2max} -test är $r=0,92$. Vilket ger en god bild av individernas syreupptagningsförmåga. (Ramsbottom et al. 1988)

3.4 Statistisk analys.

Den insamlade datan bearbetades via SPSS v23.0 (SPSS, inc., Chicago Il), där värden anges som medelvärden \pm SD. Deskriptiva variabler för laktatkoncentration och pulsvariation gjordes med On-way repeated ANOVA med post-hoc instället på Bonferroni. Analys av totaltid i puls-zoner och sammanlagda medelvärde för laktatkoncentration före match och efter match gjordes med hjälp av Paired samples T-test. Analys av medelvärde för tid vid provtagning gjordes via T-test. Konfidensintervall var inställt på 95% och signifikansnivån $p<0,05$.

3.5 Etiska övervägande.

Som tidigare nämnts kan individerna befinna sig i olika stadier av sin fysiska mognad och därmed kan resultaten vid mätning av laktatkoncentration bli svåra att fastställa (Beneke et al. 2005). Utöver detta finns det även en etisk aspekt vid mätning av laktatkoncentration på minderåriga vid utförande av en studie. Utöver medgivande från målsman och försöksperson kan ytterligare etiskt tillstånd behöva sökas. (Vetenskapsrådet, 2016)

4. Resultat

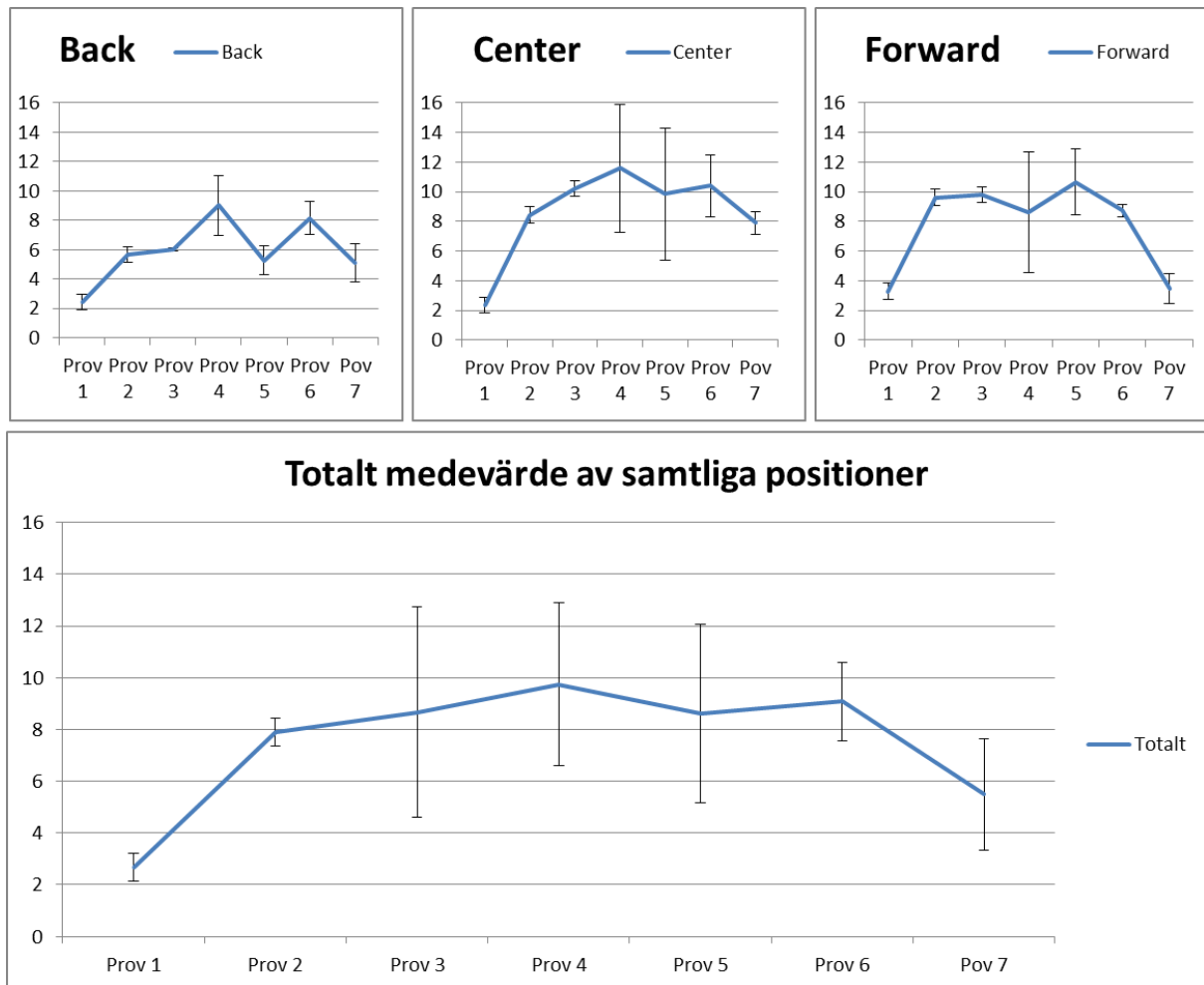
Totalt deltog 15st manliga innebandyspelare i denna studie. Resultaten visar att spelarna spenderade signifikant mer tid i pulszone 2 och 3 jämfört med övriga pulszone (p<0,001), se tabell 4. Gemensamt medelvärdet hos spelarna (forward, backar, center och målvakt) var hjärtfrekvensen $74 \pm 4,68\%$ utav HRmax under matcherna (p<0,001). Backar spenderade signifikant mer tid i pulszone 4 (80-90% av HFmax) än forwards, (F= 4,921 med p=0,005). Målvakter spenderade signifikant lägre tid i pulszone 3 jämfört med övriga spelarpositioner (F=10,619 p=0,00). Målvakter spenderade signifikant lägre tid i pulszone 5 jämfört med forwards och centrar (F=5,724, p= 0,002) Medelvärdet för totaltid av pulsregistrering var 1:03:08 \pm 0:01:44.

Tabell 4. Medelvärde av hjärtfrekvenser (%HFmax) i zoner.

	Zone 1, <60% HFmax	Zone 2, 60- 70% HFmax	Zone 3, 70- 80% HFmax	Zone 4, 80- 90% HFmax	Zone 5, >90% HFmax
Forward	0:07:41 \pm 0:08:18	0:20:15 \pm 0:05:48	0:14:07 \pm 0:05:54	0:09:35 \pm 0:01:50 ^{c*}	0:11:00 \pm 0:03:40 ^{d*}
Center	0:05:43 \pm 0:05:42	0:20:27 \pm 0:11:19	0:15:20 \pm 0:07:13	0:13:19 \pm 0:04:15	0:08:38 \pm 0:05:08 ^{d*}
Back	0:05:46 \pm 0:06:12	0:19:23 \pm 0:08:10	0:16:50 \pm 0:07:32	0:14:22 \pm 0:03:34 ^{a*}	0:06:53 \pm 0:05:54
Målvakt	0:00:25 \pm 0:00:35	0:14:34 \pm 0:09:33	0:34:41 \pm 0:02:27 ^{abc*}	0:13:17 \pm 0:08:18	0:00:35 \pm 0:00:35 ^{ac*}
totalt	0:05:59 \pm 0:06:48	0:19:32 \pm 0:08:16	0:17:01 \pm 0:08:27	0:12:23 \pm 0:04:14	0:08:11 \pm 0:05:28
	*Signifikant skillnad				
	abc: jämfört med forwards, centrar och backar.	a: jämfört med forwards	c: jämfört med backar	d: jämfört med målvakt	\pm SD

Resultaten visade ingen signifikant skillnad i laktat mellan position och provtillfälle. Högst medelvärde av laktatkoncentration uppmättes hos centrar under matchspel i andra perioden, där

medelvärdet var $11,59 \pm 4,29$ mmol/L, se figur 1. Högsta uppmätta laktatkoncentration vid motsvarande 14,63 mmol/L. Medelvärdet för samtliga positioner över 7 provtagningar var $7,45 \pm 2,49$ mmol/L, se figur 1. Genom att sammanföra medelvärden från samtliga positioner visade det sig att det fanns en signifikant skillnad mellan proverna som togs innan matchen och prover tagna under matchspel i första perioden ($t=-6,377$, $df=5$, $p=0,001$). Det var även signifikant skillnad mellan prover tagna innan och efter match ($t=-2,602$, $df=5$, $p=0,048$) se figur 1.



Figur 1. Medelvärde av laktatkoncentration i förhållande till position, samt totalmedelvärde för samtliga positioner vid 4st innebandymatcher .

5. Diskussion.

Syftet med denna studie var att undersöka och kvantifiera ungdomars pulsvariation under matchspel av innebandy och undersöka blodlaktatkoncentration. Resultaten visar att spelarna spenderar mest tid i pulszon 2 (60-70% av HFmax) och majoriteten (ca 60 %) av tiden befinner sig spelarna i 70-100% av HFmax. Laktatkoncentrationen stiger fort hos utespelarna. Redan i första perioden har laktatkoncentration ökat med ca 200 % jämfört med laktatkoncentrationen

som togs ca 5 min innan matchspel. Dessa resultat visar att ungdomspelare i innebandy bör träna för att förbättra anaerob kapacitet och effekt genom såväl toleransträning och produktionssträning. För att på så sätt öka individernas förmåga till att arbeta med högintensivt under en längre period samt förbättra förmågan att arbeta maximalt under relativt kort tid (Michalsik, L & Bangsbo, J, 2004).

I denna studie registrerades 6-10 minuter per match vid periodpauser vilket påverkar den totala tiden i pulszone 2. Även om basket och innebandy kan ses som relativt lika för många, liknande spelyta och samma spelarantal, så skiljer det sig en hel del. I studien gjord av Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati (2007) visade att basketspelare nådde ett medelvärde av $91 \pm 2\%$ av HFmax genom att pausa mätningen av HF då spelaren inte befann sig på spelplanen.

I denna studie spenderar innebandyspelarna drygt 50% av tiden i pulszone 3 och 4 vilket stämmer bra överens med studien utförd av Andersson (2016), samt att majoriteten, ca 60%, av matcherna befinner sig spelarna i pulszonerna 3,4 och 5 (70-100% av HFmax) vilket även motsvara intensiteten vid basketmatch (Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007). Att backar spenderade mer tid i pulszone 4 än forwards kan bero att antalet backar var fler i antalet under matcherna kontra forwards, vilket kan leda till mindre speltid och lägre belastning om fler spelare byts av på samma position. Utvisningar hos forwards är även det en faktor som påverkar tiden i olika pulszone då spelaren blir indisponibel för spel.

I dokumentet från Internationella innebandyförbundet (2014) uppmättes medelvärdet av totalspeltid vara 1:26:54. Denna studies medelvärde av den totala tiden för pulsregistrering var 1:03:08 \pm 0:01:44, vilket kan översättas med total matchtid, vilket visar på stor skillnad i duration av de olika matchformerna. Då denna studie ger en ungefärlig bild av pulsvariation och laktatkoncentration vid matchspel, samma studie saknar data om antal byten, tid per byten och speltid per position vilket gör det svårt att jämföra med Internationella innebandyförbundet (2014) parametrar inom dessa områden.

Resultatet visade ingen signifikant skillnad i laktatkoncentration hos de olika positionerna. Medelvärdet sträckte sig från $2,69 \pm 0,72$ mmol/L till $9,74 \pm 3,14$ mmol/L vilket även ligger inom de nivåer som uppmäts på unga handbollsspelare män (Chelly et al. 2011). Medelvärdet på denna studies uppmätta laktatkoncentration ligger i paritet med medelvärdet (6,7 mmol/L) hos de finländska elitspelarna (Internationella innebandyförbundet, 2014). Som i Andersson (2016)

studie fattas en signifikant skillnad på det sammanlagda medelvärdet av laktatproverna tagna innan och efter match. Med tanke på spelets karaktär kan värdena variera, då spelavbrott och obegränsade spelarbyten kan påverka. Att det skulle vara svårt att fastställa någon form av laktat hos ungdomar kan uteslutas (Beneke et al. 2005) då tidigare studier (Armstrong et al. 2015) uppmätt värden hos 14-åriga män som är i nivå med vuxna 24-åriga män. Vad det gäller anaerobträng och att det bara bör utföras av individer på elitnivå (Michalsik, L & Bangsbo, J, 2004) går emot resultaten av denna studie. Då dessa resultat visar att 14-15 åringar producerar relativt höga nivåer av blodlaktatkoncentration för att klara av att presterat på ungdomsnivå. Därmed borde träning där användning av så väl den anaeroba som den aeroba metabolismen som energiprocess planeras in.

Då Ramsbottom et al. (1988) utformade formel för uppskattat VO_{2max} på vuxna män och kvinnor (19-36år) vid beeptest (20m) bör en validering av formeln göras på svenska manliga- och kvinnliga tonåringars VO_{2max} . För att på så vis få en mer precis uppskattning uppskattad VO_{2max} . En formel likt Silva et al. (2012) hade kunnat vara av intresse. Studiens syfte var att undersöka två modeller för av VO_{2max} på portugisiska manliga och kvinnliga tonåringar (10-18år) genom kalkylerna och validering. Problemet med Silva et al. (2012) framtagna formel är definitionen samt beräkningen av nivåsteg. Därmed användes inte denna metod i denna studie.

För att få en bra och tydlig bild av de fysiologiska krav som ställs på en innebandyspelarna behövs fler mätmetoder. GPS-teknologin (global positioning system) har används av många utomhusidrotter för att kvantifiera rörelseprofilen på sina utövare. Teknologin består av triangulering av tid via atomklockor, där tidens längd kalkyleras från en radiosignal skickad av satellit till gps-mottagaren. Genom denna teknologi kan total distans samt distansen i olika hastighetszoner redovisas. Variabler som även går att utröna från gps-teknologin är mätning av korta högintensiva löpningar, upptäcka trötthet under matchspel och identifiera intensiva perioder under match (Aughey, RJ 2011).

Indoor positions system (IPS), eller local positionen system (LPS), är en teknik som är lämplig för inomhusidrotter då den bygger på samma principer som ett GPS system. Med skillnaden att LPS använder sig av teknik baserad på radiofrekvens-signal. Mätning sker lokalt och baseras på avstånd från sändare till flera mottagare (Sathyan, T, Shuttleworth, R, Hedley, M, & Davids, K, 2012). Metoden är kostsam och har ej använts i tidigare forskning. (Dellaserra, C, Gao, Y, & Ransdell, L, 2014). Med ett sådant system skulle en deskriptiv studie kunna göras på flertalet

innebandymatcher. Men med hjälp av denna metod skulle det förenkla att jämföra data likt den som undersökts av Internationella innebandyförbundet (2014). Där undersöktes parametrar om rörelseintensitet och i vilken tid som spelarna spenderade i varje intensitet. Då kan jämförelser av matchspel i olika nivåer och åldrar ske.

En annan metod som använts för att undersöka rörelseprofiler i olika idrotter är time-motion tekniken. Genom denna metod kartläggs spelarnas rörelse via videokameror, vilket gör det lämpligt för inomhusidrotter då gps-teknologin inte fungerar inomhus. I studien gjord av De Oliveira Bueno, et al (2014), användes två stycken videokameror för att dokumentera olika aktioner från spelarna under matchspel. Dessa aktioner var sedan plottade två dimensionellt i förhållande till ett uppsatt koordinatsystem associerat till spelplanen. Genom användning av time-motion tekniken kan data om distans i olika rörelsehastigheter samt den totala distansen under matchspel produceras och fastställas. (ibid.) Detta hade varit ett ypperligt verktyg för analys av innebandyspel. Dock är metoden tidskrävande.

För att mäta aktioner vid en innebandymatch i flera plan skulle en metod med accelerometer varit användbart. Accelerometern mäter rörelser i x,y och z-plan, och beräknar sedan summan (Barbero-Álvarez et al, 2008). Vid användning av denna metod kan data beräknas som ger information om spelarnas distans vid rörelse samt belastning. Genom att undersöka förhållandet mellan belastningsvariabel och distansdata beräknas den totala belastningen under match och träning (Dellaserra, C, Gao, Y, & Ransdell, L, 2014). Utrustningen är billig och datan är lätt bearbetad.

Vidare att undersöka är om och hur olika nivåer av den tekniska färdigheter, aktioner med boll och taktisk formation påverkar laktatkoncentration och pulsvariation vid innebandyspel. Likt Randers et al (2014) studie, där höga värden av hjärtfrekvens och löpningar vid högintensitet är oberoende av vilken nivå eller spelformat som bedrivs vid ungdomsmatcher i fotboll. Men även att jämföra likheter och skillnader hos elit, ungdom och rekreationspelare i innebandy.

Käll- och litteraturförteckning

Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal Of Sports Medicine*, 41(2), s. 69-75.

Andersson, Sonny (2016) *Physiological Response Analysis of Swedish Female Elite Floorball Players during Competition*. Msc, exercise physiology. Östersund: Mittuniversitet.

Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 6(3), s. 295-310.

Armstrong, N., Barker, A. R., & McManus, A. M. (2015). Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? *British Journal Of Sports Medicine*, 49(13), s. 860-864.

Michalsik, Lars & Bangsbo, Jens (2004). *Aerob och anaerob träning*. 1. uppl. Stockholm: SISU idrottsböcker.

Barbero-Alvarez, J. C., Subiela, J. V., Granda-Vera, J., Castagna, C., Gómez, M., & Del Coso, J. (2015). Aerobic fitness and performance in elite female futsal players. *Biology Of Sport*, 32(4), s. 339-344.

Beneke, R., Hütler, M., Jung, M., & Leithäuser, R. M. (2005). Modeling the blood lactate kinetics at maximal short-term exercise conditions in children, adolescents, and adults. *Journal of applied physiology*, 99(2), s. 499-504.

Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L., & Figura, F. (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal Of Sports Sciences*, 19(6), s. 379-38.

Cheatham, S. W., Kolber, M. J., & Ernst, M. P. (2015). Concurrent Validity of Resting Pulse-Rate Measurements: A Comparison of 2 Smartphone Applications, the Polar H7 Belt Monitor, and a Pulse Oximeter With Bluetooth. *Journal Of Sport Rehabilitation*, 24(2), s. 171-178.

Chelly, M., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van den Tillaar, R., Chamari, K., & Shephard, R. (2011). Match analysis of elite adolescent team handball players. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 25(9), s. 2410-2417.

Deutsch, M. U., Maw, G. J., Jenkins, D., & Reaburn, P. (1998). Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal Of Sports Sciences*, 16(6), s. 561-570.

De Oliveira Bueno, M. J., Caetano, F. G., Pereira, T. C., De Souza, N. M., Moreira, G. D., Nakamura, F. Y., & Moura, F. A. (2014). Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports Biomechanics / International Society Of Biomechanics In Sports*, 13(3), s. 230-240.

Dellaserra, C. L., Gao, Y., & Ransdell, L. (2014). Use of integrated technology in team sports: a review of opportunities, challenges, and future directions for athletes. *Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 28(2), s. 556-573.

Hülka, K., Cuberek, R., & Bělka, J. (2013). Heart rate and time-motion analysis in top junior players during basketball matches. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 43(3), s.27-35.

Internationella innebandyförbundet, (2014). *IFF Risk Assessment document*. Helsingfors: Internationella innebandyförbundet.

Lazzeri, M., Kayser, B., & Armand, S. (2016). Kinematic predictors of wrist shot success in floorball/unihockey from two different feet positions. *Journal Of Sports Sciences*, 34(21), s. 2087-2094.

Randers, M., Andersen, T., Rasmussen, L., Larsen, M., & Krstrup, P. (n.d). Effect of game format on heart rate, activity profile, and player involvement in elite and recreational youth players. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 24 s.17-26.

Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 22(2), s. 341-349.

Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal Of Sports Medicine*, 22(4), s. 141-144.

Ratel, S., Tonson, A., Le Fur, Y., Cozzone, P., & Bendahan, D. (2008). Comparative analysis of skeletal muscle oxidative capacity in children and adults: a 31P-MRS study. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(4), s. 720-727.

Riksidrottsförbundet (2016-06-07) *Barn och ungdomars idrottsvanor*.
<http://www.rf.se/Barn-ochungdomsidrott/Barnochungdomarsidrottsvanor/> [2016-10-08].

Riksidrottsförbundet. (2009). *Idrotten vill idrottsrörelsens idéprogram*.
Stockholm: Riksidrottsförbundet.

Sathyan, T., Shuttleworth, R., Hedley, M., & Davids, K. (2012). Validity and reliability of a radio positioning system for tracking athletes in indoor and outdoor team sports. *Behavior Research Methods*, 44(4), s. 1108-1114.

Silva, G., Oliveira, N. L., Aires, L., Mota, J., Oliveira, J., & Ribeiro, J. C. (2012). Calculation and validation of models for estimating VO₂max from the 20-m shuttle run test in children and adolescents. *Archives Of Exercise In Health & Disease*, 3(1/2), s. 145-152.

Stockholms innebandyförbund (2016) *Seriedirektiv för röd nivå 12-16 år*.
http://www.innebandy.se/Global/SDF/Stockholm/Dokumentbank%20-%20webb/Reler%20och%20t%c3%a4vlingdokumentSeriedirktiv_R%c3%b6d%202016-2017.pdf [2016-12-28].

Stroyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. / Profil physiologique et exemple d'activite de jeunes joueurs de football pendant un match. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 36(1), s. 168-174.

Svenska innebandyförbundet (2016) *Om och innebandy*. <http://www.innebandy.se/SIBF-info/Om-innebandy/> [2016-10-08].

Tervo, T., & Nordström, A. (2014). Science of floorball: a systematic review. *Open Access Journal Of Sports Medicine*, 5, s. 249-255

Thomas J.R., Nelson J.K. & Silverman, S.J. (2015). *Research Methods in Physical Activity*. 7th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 450 s.

Vanderlei, L., Silva, R., Pastre, C., Azevedo, F., & Godoy, M. (n.d). Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Brazilian Journal Of Medical And Biological Research*, 41(10), s.854-859

Varley, M. C., Gabbett, T., & Aughey, R. J. (2014). Activity profiles of professional soccer, rugby league and Australian football match play. *Journal Of Sports Sciences*, 32(20), s.1858-1866.

Vetenskapsrådet (2015-11-19). *Forskning på människor*. <http://www.vr.se/etik/etikprovning/forskningpamanniskor.html> [2016-10-20].

Zafeiridis, A., Dalamitros, A., Dipla, K., Manou, V., Galanis, N., & Kellis, S. (2005). Recovery during High-Intensity Intermittent Anaerobic Exercise in Boys, Teens, and Men. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 37(3), s. 505-512

World health organization (2016-12-16). *Adolescent development*. http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/en/ [2016-12-16]

Bilaga 1

Litteratursökning

Syfte och frågeställningar: Syftet med denna studie är att undersöka och kvantifiera ungdomars pulsvariation under matchspel och undersöka blodlaktatkoncentrationen. För att på så sätt skapa en rörelseprofil på innebandyspelande ungdomar baserat på puls och laktatkoncentration.

Hur ser pulsvariationen ut för manliga innebandyspelare tonåringar under matchspel, perioder och skiljer de sig mellan positioner (målvakt, back, centrar och forwards) och i vilken pulszon spenderar ungdomspelarna mest tid i?

Hur varierar blodlaktatkoncentrationen under matchspel och finns det skillnader mellan positioner (målvakt, backar, centrar och forwards)?

Vilka sökord har du använt?

Movement profiles, team sport, field hockey, youth, match, indoor, basketball, futsal, handball, Movement, accelerometer, football, blood lactate, adolescent, gps, energy metabolism, aging, skeletal muscle lactate, lactate, heart rate,

Var har du sökt?

Pubmed, SPORTDiscus, Discovery, DIVA, Google Scholar, pubmed

Sökningar som gav relevant resultat

SPORTDiscus: Movement profiles team sport

SPORTDiscus: Movement profiles team sport+youth

SPORTDiscus: Movement+accelerometer+team sports

SPORTDiscus: Movement+accelerometer+team sports+gps

SPORTDiscus: team sports+match+young

Pubmed: lactate+ adolescent