

Mastergradsoppgave

Hans Petter Bye Stien

Høyintensiv aerob
intervalltrening i fotball,
organisert som smålagsspill.
En effektiv metode for å
øke VO_{2maks} blant spillere
i norsk 2. og 3. divisjon?



Høgskolen i Telemark

Avdeling for allmennvitenskapelige fag

Mastergradsavhandling i idrett, kroppsøving og friluftsliv 2012

Hans Petter Bye Stien

Høyintensiv aerob intervalltrening i fotball, organisert som smålagsspill. En effektiv metode for å øke VO_{2maks} blant spillere i norsk 2. og 3. divisjon?



Høgskolen i Telemark
Fakultet for allmennvitenskaplige fag

Høgskolen i Telemark
Fakultet for Allmennvitenskapelige fag - AF
Institutt for idretts- og friluftslivsfag
Hallvard Eikas plass
3800 Bø

<http://www.hit.no>

© 2012 Hans Petter Bye Stien

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Trykket ved Høgskolens kopisenter i Bø
Omslagsfoto/-illustrasjon: Smålagsspill under intervensjonen, Hans Petter Bye Stien.

Sammendrag

Hensikt: Avdekke om smålagsspill kan være en organiseringsmetode for fotball som stimulerer til økt VO_{2maks} blant alle spillerne på fotballaget eller om det kan forventes en takeffekt blant noen av spillerne. **Metode:** 14 fotballspillere (20.3 år, 177.7 cm og 74.3 kg) fordelt på ett 2. og ett 3. divisjonslag, deltok i studien. Intervensjonen foregikk som smålagsspill, fire mot fire i fotball, organisert som 4·4 minutters intervaller med en intensitet på 90-95 % av HF_{maks} . Spillerne hadde fire minutter aktiv pause på 70 % av HF_{maks} mellom intervallene. Banestørrelsen var 40·50 meter. **Resultater:** Post VO_{2maks} testen viste ingen forskjell i VO_{2maks} fremgang mellom spillerne fra 3. divisjonslaget og spillerne fra 2. divisjonslaget. Derimot var det et skille i fremgangen mellom spillerne som hadde en pre VO_{2maks} under $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ kontra spillerne med en pre VO_{2maks} over $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Av den grunn ble spillerne etter post testen delt inn i en LAV ($<60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) og en HØY ($>60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) gruppe, uavhengig av hvilket lag de hadde gjennomført smålagsspillet med. LAV gruppen hadde en prosentvis VO_{2maks} fremgang på 7,1 %, 5,9 % og 6,1 % målt som $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$, $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ og $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$. Spillerne i HØY gruppen oppnådde ingen endringer i VO_{2maks} . Det var heller ingen endringer i kroppsvekt, HF_{maks} eller $[\text{La}^-]_b$ verken for LAV eller HØY gruppen, fra pre til post test. **Konklusjon:** Spillerne i LAV gruppen fikk signifikant økning i VO_{2maks} , mens spillerne i HØY gruppen fikk det ikke. Dette antyder en takeffekt rundt $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ på dette nivået.

Innholdsfortegnelse

Forord	6
Forkortelser	7
Introduksjon	9
Krav til aerob utholdenhet i fotball	9
Maksimalt oksygenopptak	10
<i>Transport av oksygen fra luft til blod</i>	10
<i>Hjertets minuttvolum</i>	11
<i>Blodvolum</i>	12
<i>O₂ og CO₂ transport i blodet</i>	12
<i>Muskelenes evne til opptak og utnyttelse av O₂</i>	13
Laktatterskel og arbeidsøkonomi	14
<i>Laktatterskel</i>	15
<i>Arbeidsøkonomi</i>	15
Hvorfor trene aerob utholdenhet i fotball?	16
<i>De beste lagene løper også mest</i>	16
Hvordan teste aerob utholdenhet i fotball?	17
<i>Er VO_{2maks} en valid og reliabel test for aerob utholdenhet i fotball?</i>	17
Hvordan trene aerob utholdenhet i fotball?	20
<i>Aerob utholdenhetstrening uten ball</i>	20
<i>Aerob utholdenhetstrening med ball</i>	22
<i>Hvordan oppnå ønsket HF under smålagsspill?</i>	22
<i>Tidligere intervensjonsstudier på smålagsspill</i>	24
Problemstilling	25
Metode	26
<i>Forsøkspersoner</i>	26
<i>Utstyr</i>	27
<i>Testprotokoll</i>	27
<i>Trening</i>	28

<i>Skalering for kroppsmasse</i>	30
<i>Statistisk analyse</i>	30
Resultater	31
Diskusjon	35
<i>Takeffekt ved smålagsspill?</i>	35
<i>Hvorfor ingen endringer i HØY gruppen?</i>	36
<i>Fotballspillerne er positive til smålagsspill</i>	38
Praktiske implikasjoner og behov for nye studier	39
<i>En "ekstra" spiller på laget</i>	39
<i>Styrker og svakheter ved studiet</i>	39
<i>Videre forskning</i>	40
Konklusjon	40
Litteraturliste	41
Vedlegg 1, Forespørsel om deltaking i forskningsprosjekt og samtykkeerklæring	50
Vedlegg 2, Egenerklæringsskjema	52
Vedlegg 3, Spørreskjema	53

Forord

Temaet for masteroppgaven ble valgt da jeg gikk på trenerstudiet fotball ved HIT, avdeling Bø og skrev en bachelor oppgave sammen med Roar Carlsen som også omhandlet smålagsspill i fotball. Bachelor oppgaven ble sånn sett det tematiske utgangspunktet for masteroppgaven og jeg vil takke Roar for et godt samarbeid. Via og i etterkant av denne oppgaven kom det opp flere interessante spørsmål og jeg ble i den forbindelse første gang introdusert for begrepet takeffekt. Takeffekten er en illustrasjon på en teori om at de best trente spillerne på laget blir begrenset av de dårligst trente spillerne på laget under smålagsspill og dermed ikke får den samme VO_{2maks} effekten av denne treningsmetoden. Denne teorien ville jeg undersøke videre og resultatene som kommer frem i denne studien gjør at man kommer ett skritt videre i jakten på et svar.

Prosessen rundt masteroppgaven har tatt to år, og på disse to årene har jeg fått hjelp av forskjellige personer i ulike settinger. Jeg ønsker først og fremst å takke, Mamma og Pappa for tilrettelegging til og oppfølging av min utdannelse som nå ender i denne masteroppgaven. En stor takk rettes også til de som har hjulpet meg med korrekturlesning, kommet med kritiske spørsmål eller bidratt til spennende og utviklende diskusjoner rundt masteroppgaven, samt dem som har svart på mine spørsmål om råd og tips.

Jeg vil i denne anledning også rette en stor takk til begge klubbene som stilte opp og deltok på treningsintervensjonen. Hver enkelt spiller, trener og medlem av støtteapparatet skal ha en personlig takk. I tillegg ønsker jeg å takke mine to medstudenter, Eirik Hanssen og Martin Sørensen for et stødig samarbeid under testing og innsamling av data til studiet. Sist men ikke minst ønsker jeg å rette en stor takk til min 1.veileder Øyvind Støren og min 2. veileder Jan Helgerud. Øyvind Støren har gjennom disse to årene alltid vært behjelpelig med å besvare spørsmål, komme med gode tips, samt veilede oppgaven tilbake på rett kjøl da et av sidesporene virket fristende. Jan Helgerud har brukt sin store kunnskap om temaet til å komme med faglige forslag rundt metodedelen og gi noen av veiledningene en ekstra dimensjon. Takk igjen til dere alle for samarbeidet.

Bø, 22. Mai 2012

Hans Petter Bye Stien

Forkortelser

ATP: Adenosintrifosfat

C: Arbeidsøkonomi

CO₂: Karbondioksid

C_R: Løpsøkonomi

DL: Dribbleløype

EDV: Endediastolsk volum

ESV: Endesystolsk volum

HAIT: Høyintensiv aerob intervalltrening

HF: Hjerterefrekvens

HF_{maks}: Maksimal hjerterefrekvens

[La⁻]_b: Konsentrasjonen av laktat i blodet

LT: Laktat terskel

MTT: Mean Transitt Time

MV: Minuttvolum

O₂: Oksygen

PCO₂: Partialtrykk karbondioksid

PO_2 : Partialtrykk oksygen

RS: Repeterte sprinter

SLS: Smålagsspill

SV: Slagvolum

SV_{maks} : Maksimalt slagvolum

VO_2 : Volum oksygen

VO_{2maks} : Maksimalt oksygenopptak

2,3 DPG: 2,3 disphosphoglycerate

Introduksjon

Krav til aerob utholdenhet i fotball

Fotball er en sammensatt idrett hvor spillerne trenger tekniske, taktiske, psykiske og fysiske ferdigheter for å prestere. I en kamp som normalt varer i 90 min, vil minst 90 % av energifrigjøringen være aerob (Hoff et al. 2002). Distansen en seniorspiller på høyt nivå tilbakelegger under en kamp varierer mellom ca 8 og 12 km, med en gjennomsnittlig intensitet tett opp mot laktat terskelen (LT) (Helgerud et al. 2001; Hoff og Helgerud 2004). Imidlertid er det svært lite av tiden spillerne ligger på denne gjennomsnittlige intensiteten (Bangsbo 1994, s. 71-74), men heller over og under. Fotball kan karakteriseres som en intervallbasert aktivitet bestående av korte høyintensive innsatsperioder med hopp, sprint, retningsforandringer som blir brutt opp av perioder med lavintensiv løping, jogging og gange (Bangsbo 1994, s. 59-64). For de fleste aktive fotballspillere tilsvare LT 80 – 90 % av maksimal hjertefrekvens (HF_{maks}) (McMillan et al. 2005). Det er den aerobe kapasiteten og dens nøkkelfaktor, det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}) som har størst betydning for hvor stor distanse spilleren tilbakelegger gjennom en kamp, hvor mange sprinter og dueller spilleren gjennomfører i en kamp, hvor mange generelle spillinvolvinger spilleren deltar i, og hvor kort restitusjonstiden er mellom disse involveringene (Helgerud et al. 2001; Helgerud et al. 2011).

I følge Wisløff et al. (1998) bør en mannlig fotballspiller på elitenivå som veier 75 kg ha en VO_{2maks} på minimum $70 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, tilsvarende $205 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$. I dag er gjennomsnittlig VO_{2maks} i norsk eliteserie i fotball på mellom 60 og 62 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, og noen av Europas beste klubblag er rapportert å ligge mellom 60 og 66 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (Helgerud et al. 2011). Det er antatt at rundt 70- 80 % av begrensningen til VO_{2maks} skyldes hjertets slagvolum (SV) (di Prampero 2003). Dette må man ta med i betraktningen når man velger metode for trening av aerobe kapasitet i fotball.

I tillegg til VO_{2maks} blir også laktat terskel og arbeidsøkonomi (C) sett på som begrensende og avgjørende for den aerobe utholdenheten (Pate og Kriska 1984).

Maksimalt oksygenopptak

Maksimalt oksygenopptak er definert som den største mengde av oksygen som kan tas opp fra atmosfæren og utnyttes i vevene pr tidsenhet (Bassett og Howley 2000). VO_{2maks} påvirkes hovedsakelig av lungenes evne til å transportere oksygen fra luften til blodet, blodvolum, binding av oksygen til de røde blodcellene, hjertets minuttvolum, sirkulasjonens distribuering av blodet samt muskelens evne til opptak og utnyttelse av oksygen (Bassett og Howley 2000; Schwellnus 2008, s. 94). Studier (Wagner 1991, 1996; Richardson et al. 1999) viser at det er oksygenforsyningen og ikke oksygen etterspørselen som begrenser VO_{2maks} , for friske aktive mennesker.

Transport av oksygen fra luft til blod

Under respirasjon transporteres luften frem og tilbake mellom atmosfæren og lungealveolene. Mellom lungealveolene og lungekapillærene foregår det gassutveksling av O_2 og CO_2 ved diffusjon. Diffusjonen skjer ved at gassmolekyler flytter seg fra et område med høyere partialtrykk av gassen til et område med lavere partialtrykk av gassen (Åstrand et al. 2003, s. 196). O_2 diffunderer dermed fra alveole til kapillær, mens CO_2 diffunderer motsatt vei. Under normale forhold skjer denne diffusjonen så raskt at gassene i blodet og gassene i alveolene bortimot er i likevekt (McArdle et al. 2007, s. 279). Blodets partialtrykk for O_2 og CO_2 i lungearterien er henholdsvis $PO_2 = 40\text{mmHg}$ og $PCO_2 = 46\text{mmHg}$ før det når lungekapillæren. Når blodet entrer lungevenene etter lungediffusjonen, er partialtrykket $PO_2 = 100\text{mmHg}$ og $PCO_2 = 40\text{mmHg}$ (Åstrand et al. 2003, s. 197). Blodet og dets erytrocytter har en transittid gjennom lungekapillæren på ca 0,75 sek. Under hard fysisk aktivitet faller transittiden til mindre enn 0,5 sek. (Åstrand et al. 2003, s. 199). Under normale forhold, selv for utøvere med en høy aerob kapasitet ser ikke lungekapasiteten ut til å være en begrensende faktor for det maksimale oksygenopptaket (Åstrand et al. 2003, s. 205). Unntak til disse normale forhold er lungesykdommer som astma og KOLS (Terziyski et al. 2009), samt utøvere med svært høy aerob kapasitet og dermed svært høyt minuttvolum av blod som passerer gjennom sirkulasjonssystemet ved hard fysisk aktivitet (Poole og Richardson 1997). På den annen side hevder Dempsey og Johnson (1992) at lungene kan være en begrensning for aerob utholdenhetsprestasjon allerede fra $65\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Uavhengig av treningstilstand

og dermed VO_{2maks} beskriver Amman (2012) at respirasjonen kan være en begrensende faktor for oksygenopptaket ved intensitet over 85 % av VO_{2maks} .

Hjertets minuttvolum

Hjertets minuttvolum (MV) er mengden blod hjertet pumper per minutt og det bestemmes av hjertets slagvolum (SV) og hjertefrekvensen (HF) (Åstrand et al. 2003, s. 158). Slagvolumet er hvor mye blod hjertet pumper ut per slag, mens hjertefrekvens er antall hjertekontraksjoner per minutt. Slagvolumet bestemmes av endediastolsk volum (EDV) og endesystolsk volum (ESV) (Sand et al. 2001, s. 304). EDV bestemmes av hjertets volum, det vil si størrelsen på hjertet og hjertekarene, og elastisiteten i karveggene (Åstrand et al. 2003, s. 165), og av den venøse tilbakestrømmingen. Starlings hjertelov sier at, den venøse tilbakestrømmingen til hjertet påvirkes av økt respiratorisk aktivitet, økt aktivitet i det sympatiske nervesystemet, økt blodvolum samt økt bruk av muskel- vene- pumpen (Sand et al. 2001, s. 305). Det er blant annet hjerteveggens kontraksjonskraft og motstanden i blodårene som bestemmer ESV (Åstrand et al. 2003, s. 165-166). Når fyllingen av hjertet øker, vil også volumet i ventriklene på slutten av diastolen øke, og dermed strekkes muskelfibrene til sin optimale lengde når det gjelder å få god kontraksjonskraft (Åstrand et al. 2003, s.165-167). Det ytre fibrøse laget av perikardet setter en grense for plutselige økninger i hjertevolumet (Sand et al. 2001, s. 305).

Slagvolumet blir som nevnt sett på som den viktigste enkeltfaktoren for økt VO_{2maks} (di Prampero 2003). Di Prampero (2003) viser i sin studie at minuttvolum sammen med transportkapasiteten av O_2 til blodet kan se ut til å bestemme 70-75 % av VO_{2maks} ved bruk av store muskelgrupper. Dette støttes av intervensjonsstudier som har vist at trening som gir økt slagvolum også øker VO_{2maks} , slik som resultatene fra Helgerud et al. (2007), der en 10 % økning av det maksimale slagvolumet (SV_{maks}) gav en økning i VO_{2maks} på 7,2 %.

Hjertefrekvensen styres gjennom hormonell påvirkning av det autonome nervesystemet, det autonome nervesystemet sin påvirkning på sinusknuten, og indirekte via det fysiske aktivitetsnivået (Bjålie et al. 1998, s. 233-234). Hjertefrekvensen reguleres hovedsakelig av forholdet mellom den bremsende effekten fra det parasympatiske nervesystemet og den akselererende virkningen fra det sympatiske nervesystemet. Den maksimale hjertefrekvensen er vanligvis ikke trenbar og den synker generelt ved økt alder (Åstrand et al. 2003, s. 168).

Blodvolum

Økt blodvolum medfører en økt venøs tilbakestrømning samt økt slagvolum (Sand et al. 2001, s. 306). I følge Åstrand et al. (2003) ligger blodvolumet i gjennomsnitt hos menn på $75 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1}$, eller fra 5-6 L hos utrente til 7-8 L hos utholdenhetstrete personer, for eksempel fotballspillere (Åstrand et al. 2003, s. 128-129). Convertino (2007) beskriver en forskjell på 20-25 % i blodvolumet mellom trente og utrente personer.

O₂ og CO₂ transport i blodet

Oksygen transporteres på to måter i blodet, ca 2 % fysisk løst i plasma og ca 98 % bundet til hemoglobin i erytrocyttene (McArdle et al. 2007, s. 282). CO₂ transporten foregår på tre måter: ca 7 % er fysisk løst i plasma, ca 23 % bundet til hemoglobin og ca 60 % som hydrogenkarbonat (Sand et al. 2001, s. 403). Mengden oksygen som transporteres med blodet øker med økende partialtrykk oksygen (PO₂) i lungealveolene. Blodets dissosiasjonskurve for O₂ viser hvordan hemoglobinet oksygenmetning blir påvirket av blodets partialtrykk (Åstrand et al. 2003, s. 161). Har man et partialtrykk på 100 mmHg vil metningen av oksygen i hemoglobinet ligge på ca 98 %. Oksyhemoglobinkurven påvirkes av CO₂ – trykket, pH og blodets temperatur (Åstrand et al. 2003, s. 161). Dette understrekes av Bohr effekten som sier at når mengden CO₂ i kroppen synker, minsker blodets evne til å binde oksygen (Åstrand et al. 2003, s.161; Kent 2006, s. 83). Oksygenmetningen vil også falle til 95 % eller lavere om man er fysisk aktiv over en lengre periode (Åstrand et al. 2003, s. 161).

Ettersom erytrocytter ikke har egne mitokondrier, benytter de anaerob energifrigjøring. Dette er med og etablerer de normale melkesyrenivåene i blodet ved hvile. Under den anaerobe glykolysen produserer erytrocyttene 2,3 diphosphoglycerate (2,3 DPG). 2,3 DPG bindes løst til undergrupper av hemoglobinmolekylet noe som reduserer dens binding til oksygen (McArdle et al. 2007, s. 286). Dette medfører en høyreforskyving av dissosiasjonskurva, hvilket letter avgivelsen av oksygen i perifere vev, som muskelvev (Åstrand et al. 2003, s. 161; McArdle et al. 2007, s. 286).

Muskulens evne til opptak og utnyttelse av O₂

Under fysisk anstrengelse stiger både mengden CO₂ og temperaturen lokalt i muskelen, samtidig som pH synker. Dette medfører at oksygenet blir lettere frigjort ved et gitt oksygentrykk (Åstrand et al. 2003, s. 200). Gassutvekslingen øker med 2 % for hver °C (Åstrand et al. 2003, s. 201). Dermed øker oksygenleveransen til den arbeidende muskelen. Den viktigste faktoren for økt oksygenleveranse til muskelen, er at flere kapillærer åpner seg (Åstrand et al. 2003, s. 200-202). Skjelettmuskulaturens evne til å forbruke oksygen er normalt sett ikke en stor begrensning for VO_{2maks}, dette vises i studiet til Andersen og Saltin (1985) hvor en enkelt muskelgruppe har evnen til å ta opp fire ganger så mye oksygen ved isolert arbeid som ved helkroppsarbeid. McArdle et al. (2007, s. 358-359) viser at oksygeninnholdet i arterielt blod er omtrent 200 ml·L⁻¹ selv under maksimalt arbeid, men at det faller til 20- 30 ml·L⁻¹ i venøst blod. Altså er det hovedsaklig oksygentilførselen til skjelettmuskulaturen og ikke skjelettmuskulaturens evne til å utnytte seg av oksygenet i blodet som er en hovedbegrensende faktor for VO_{2maks} (Basset og Howley 2000).

Ulike faktorer er med å bestemme en muskelcelles aerobe kapasitet blant annet, muskelfibertyper, mitokondrietetthet, kapillærtetthet og oksidative enzymer.

Hovedsaklig har vi tre muskelfibertyper, type I, type IIa og type IIx. Inndelingen er gjort med bakgrunn i blant annet muskelfiberens ATP-aseaktivitet, evne til kontraksjonshastighet, evne til kontraksjonsutholdenhet og tre isoformer av myosin heavy chain (MHC), i menneskets skjelettmuskulatur (Wells et al. 1996; Pilegaard et al. 1999; Sand et al. 2001, s. 266-267; Åstrand et al. 2003, s. 52-54; Raastad et al. 2010, s. 23). Det er type I fibre som er de viktigste bidragsyterne ved langvarige arbeidsbelastninger på grunn av sin overlegne evne til aerob energiomsetning (Åstrand et al. 2003, s. 52-54). Når fotballspilleren setter i gang en sprint eller går inn i en takling, øker kravene til hastigheten på energiomsetningen. Det rekrutteres da flere type II-fibre, og det anaerobe bidraget til energiomsetningen vokser også raskt. Dersom varigheten på en slik kortvarig kraftutfoldelse kun varer i opp til ca 10 sekunder – og ikke umiddelbart etterfølges av en ny tilsvarende belastning, foregår den anaerobe energiomsetningen alaktisk ved nedbryting av kreatinfostfat (MacArdle et al. 2007, s. 166).

Ved høy intensitetløp med varighet opp mot ca 30 sekunder, hvilket er svært sjelden i en fotballkamp (Bangsbo et al. 1991), vil mye av den anaerobe energifrigjøringen foregå laktisk (MacArdle et al. 2007, s. 166-167). Det vil si at det produseres melkesyre. Melkesyre består av laktat (La^-) og hydrogenioner (H^+) (MacArdle et al. 2007, s. 149-155). En økning av $[\text{H}^+]$ i muskelcellen vil føre til et surere miljø (pH faller), laktat er derimot et viktig energisubstrat, over 80 % av den produserte laktaten blir oksidert og bidrar med rundt 45 % av den totale karbohydratoksideringen (MacRae et al. 1995).

Muskelfibertype I har større kapillærtetthet, flere mitokondrier med flere oksidative enzymer kontra type II muskelfibere (Åstrand et al. 2003, s. 52-54). Dette er med å legge forholdene til rette for en aerob energiomsetning. Økt kapillærtetthet medfører en økt Mean Transitt Time (MTT) ettersom blodet og oksygenmolekylene beveger seg saktere i flere forgreninger, og dermed blir det en lengre tid til diffusjon mellom kapillær og muskelfiber (Richardson et al. 1994).

Oksidative enzymer virker i cellens mitokondrier og bidrar til å øke hastigheten på den aerobe energiomsetningen (Åstrand et al. 2003, s. 15-22). Gjøvaag og Dahl (2008) har vist at mengden av det oksidative enzymet succinate dehydrogenase (SDH) økte i både type I og type II muskelfibere etter en treningsperiode med høyintensiv trening. Studiet konkluderer med at det er intensiteten og ikke mengden av trening som bidrar til størst økning av SDH. Det er funnet større andel oksidative enzymer i skjelletmuskulturen hos godt trente fotballspillere kontra utrente spillere (Bangsbo 1994, s. 43-44).

Laktatterskel og arbeidsøkonomi

$\text{VO}_{2\text{maks}}$ er antageligvis den viktigste enkeltfaktoren som bestemmer prestasjon i aerobe utholdenhetsidretter (Åstrand et al. 2003, s. 259-264; Helgerud et al. 2007), men som Pate og Kriska (1984) viser til bestemmes den aerobe utholdenheten også av laktatterskel og arbeidsøkonomi.

Laktatterskel

Davis (1985) definerer laktatterskel som den høyeste intensiteten uttrykt i prosent av VO_{2maks} , før produksjonen av laktat begynner å overstige eliminasjonen, og det skjer en opphopning av blodlaktat. Hva som bestemmer LT er omdiskutert, men faktorer som muskelfibertypedistribuering, aktiviteten til aerobe enzymer, potensialet for fett metabolisme, skjelettmuskulaturens evne til å splitte melkesyre og transportere laktat og hydrogenioner, samt blodets bufferkapasitet, sees på som avgjørende (Støren 2009).

LT kan beskrives på ulike måter, enten som LT uttrykt som % av VO_{2maks} , hvor den ser ut til å være tilnærmet uendret etter en treningsperiode (Helgerud et al. 2001), eller som LT intensitet målt som løpshastighet eller watt, da denne benevnningen viser seg å endres etter en treningsperiode. Dette er kanskje ikke så rart, siden LT intensitet først og fremst avhenger av VO_{2maks} og arbeidsøkonomi (Støren 2009). LT intensitet har vist seg å korrelere godt med aerob utholdenhetsprestasjon (Yoshida et al. 1987; Nicholson og Sleivert 2001).

Arbeidsøkonomi

Arbeidsøkonomi (C) blir vanligvis brukt til å uttrykke oksygenforbruket på en gitt arbeidsbelastning (Basset og Howley 2000). C bestemmes blant annet av den muskulære effektiviteten, intensitet, muskelfibertyper, bremsekrefter, elastisk lagring av energi, frekvens, antropometri og kjønn (Støren 2009). Støren (2009) har funnet variasjoner i løpsøkonomi (C_R) på 7 – 13 % blant løpere på ulike nivåer og svært ulik VO_{2maks} . Morgan et al. (1995) fant en variasjon på 20 % i C_R mellom eliteløpere, subelite løpere, gode løpere og utrente personer. Hos gode løpere med samme VO_{2maks} , har Conley og Krahenbuhl (1980) funnet hele 65 % variasjon i C_R .

Studiet til Helgerud et al. (2007) viste at en økt mengde løpetrening kan forbedre løpsøkonomien (C_R), mens McMillan et al. (2005) ikke fant fremgang i C_R på tredemølle etter en intervensjon med dribbeløype. Dette viste at arbeidsøkonomi er svært grensesifikk, og at det ikke er mulig å måle spillspesifikk arbeidsøkonomi hos fotballspillere ved løp på tredemølle. Det er også vist at C_R kan forbedres ved maksimal styrketrening (Støren 2008).

Hvorfor trene aerob utholdenhet i fotball?

Bangsbo et al. (1991) har vist at den gjennomsnittlige løpte distansen reduseres med 5 % fra første til andre omgang i en fotballkamp, blant spillere fra den danske toppserien. I tillegg viser Mohr et al. (2003) at etter en høyintensiv periode av kampen gjennomførte de profesjonelle fotballspillerne signifikant færre høy intensive løp. Dette skjedde også hos spillerne fra den danske toppserien (Mohr et al. 2003). Mohr et al. (2003) viser også at gjennom de siste 15 minuttene av kampen gjennomfører spillerne mindre høy intensivt arbeid. Dette understrekes ved at benyttede innbyttere dekket 25 % mer av banen med høy intensive løp kontra de andre spillerne på laget gjennom kampens siste 15 minutter (Mohr et al. 2003).

De beste fotballagene løper også mest

Enkelte studier (Wisløff et al. 1998; Kalapotharakos et al. 2006) har målt ulike fotballags aerobe utholdenhet enten målt som VO_{2maks} (Wisløff et al. 1998) eller som løpshastighet ved LT (Kalapotharakos et al. 2006) og sammenlignet dette med lagets tabellplassering etter endt sesong. Det viser seg at lagene med høyest aerob utholdenhet også ender høyest på tabellen ved sesongslutt. Her er det igjen viktig å presisere at aerob utholdenhet er kun en av mange avgjørende faktorer for en fotballspiller og således også laget, hvorfor et lag ender på bunnen mens ett annet tar seriegull avhenger av flere faktorer enn kun aerob utholdenhet (Hoff et al. 2002). Mohr et al. (2003) viser at fotballspillere på europeisk toppnivå fra den italienske toppserien gjennomfører 28 % mer høy hastighetsløp, 58 % flere sprinter og en lenger løpt totaldistanse under en kamp enn spillere fra den danske toppserien. Dette støttes av Dellal et al. (2011) der de har gjennomført en smålagsspill studie som viser at amatør fotballspillere gjennomfører prosentvis færre vellykkede pasninger, har høyere laktat verdier, flere balltap, mindre løpt totaldistanse gjennom færre høy intensitet- og sprintløp under SLS kontra profesjonelle fotballspillere. Mens % HF_{maks} under SLS var lik for både amatører og profesjonelle (Dellal et al. 2011).

Alle de avgjørende bevegelsene i fotball som, pasning, skudd, kort sprint, heading, takling og så videre, krever anaerob energiomsetning (Åstrand et al. 2003 s. 248). Kreatinfosfatlagrene er de raskeste reservene skjelettmuskulaturen har for gjenoppbygningen av adenosintrifosfat (ATP) (McMahon og Wenger 1998), men for å gjenoppbygge kreatinfosfatlagrene trenger

man oksygen, altså er denne gjenoppbygning aerobt betinget (McCully et al. 1993). Bogdanis et al. (1996) linker således gjenoppbygningen av kreatinfosfat til forsøkspersonenes aerobe utholdenhet. Yoshida et al. (1993) har også vist at utholdenhetstrete individer ($73,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) har signifikant raskere gjenoppbygning av kreatinfosfat kontra forsøkspersonene i kontrollgruppen. Dette understøttes av Takahashi et al. (1995) som fant en signifikant raskere gjenoppbygning av kreatinfosfat i quadriceps hos utholdenhetstrete løpere ($66,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) enn hos kontrollgruppen.

Dermed kan spilleren med høyest oksygenopptak gjennomføre de nevnte bevegelsene oftere (Helgerud et al. 2011). Hvilket igjen er en direkte koblingen mellom spillernes $\text{VO}_{2\text{maks}}$ og parametere som total løpslengde og antall sprinter. Dette kommer spesielt godt frem i Helgerud et al. (2001) der de ved å øke $\text{VO}_{2\text{maks}}$ med 10,8 % fant 25 % økning i ball innvolvinger og 100 % økning i antallet sprinter under en kamp. Krustrup et al. (2003) hevder på sin side at det er mer usikkert om kreatinfosfat er en avgjørende faktor for muskulær utmattelse under en kamp. En annen forklaring på trøtthet under en kamp, kan være nevralt trøtthet. I følge Gandevia (2001) har både sentral og perifer nevralt trøtthet påvirkning på den totale trøttheten. Sentral trøtthet defineres av Gandevia (2001) som, en progressiv reduksjon av frivillig muskelkontraksjon. Perifer trøtthet beskrives som, trøtthet produsert av forandringer i eller distalt til den nevromuskulære forbindelsen i muskelen (Gandevia 2001). Vil det være sånn at evnen til kraftutvikling reduseres i mindre grad dersom den aerobe kapasiteten øker? Denne oppgaven tar ikke for seg dette spørsmålet og jeg har heller ikke funnet noen studier om dette i litteraturen.

Hvordan teste aerob utholdenhet i fotball?

Er $\text{VO}_{2\text{maks}}$ en valid og reliabel test for aerob utholdenhet i fotball?

Det finnes mange ulike tester for å avgjøre en spillers aerobe utholdenhet i fotball. Her vil jeg presentere to prestasjonstester i form av Yo-Yo – og Hoff testen, samt en fysiologisk test ved en $\text{VO}_{2\text{maks}}$ test. Generelt sett er prestasjonstester mer idrettsesifikke og tar dermed mer utgangspunkt i den enkelte idretts egenart kontra en fysiologisk test. Derimot er en fysiologisk test mer presis fordi, testpersonell kan kontrollere utallige fysiske variabler for å måle

testepersonenes grad av utmattelse, samt at metoden, kan teste kun den ene variabelen man er ute etter. De ulike testene vurderes ut fra kriteriene om validitet og reliabilitet. Validitet representerer relevans og gyldighet, det som måles må ha relevans og være gyldig for det problemet som undersøkes (Kent 2006, s. 585). Reliabilitet betyr pålitelighet og handler om at målingene man utfører skal utføres korrekt og være etterprøvbare (Kent 2006, s. 465).

Yo-Yo testen kommer i ulike varianter, her tar jeg bare for meg to av dem, Yo-Yo intermittent endurance test level 2 (Bradley et al. 2011) og Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1 (Krustrup et al. 2003). Studiene (Bradley et al. 2011; Krustrup et al. 2003) er vist til å ha en test- retest variasjonskoeffisienten på henholdsvis 3,9 % (Bradley et al. 2011) og 4,9 % (Krustrup et al. 2003). Forskjellen mellom testene er hovedsakelig at endurance versjonen har pauser på 5 sek (Bradley et al. 2011) mellom løpene, mens recovery versjonen har 10 sek pauser (Krustrup et al. 2003). Forskjellen mellom level 1 og 2, skyldes ulike hastighetsprofiler på testene (Krustrup et al. 2003).

Bradley et al. (2011) hevder at Yo-Yo testene er en bedre metode å måle en spillers aerobe kapasitet i fotball kontra en VO_{2maks} test, ettersom fotball er en intervall basert og ikke kontinuerlig aktivitet. Bangsbo et al. (2009) viser til forbedrede testresultater ved repeterte sprintløp på mølle, men ingen endringer under VO_{2maks} testen. Noe som heller ikke er så rart da treningen har foregått som repeterte sprinter. Forskjellen i funnene kan kobles direkte til forbedret arbeidsøkonomi under repetering av sprint testen på mølle. Yo-Yo testen tar heller ikke høyde for spillerens kroppsvekt. Dette kan således være en forklaring på hvorfor Krustrup et al. (2003) finner forskjeller i løps prestasjon avhengig av spillerens posisjon på banen. Ikke overraskende løper backene og midtbanespillerne lengre enn stoppere og spisser (Krustrup et al. 2003) og dette stemmer overens med at stoppere og spisser i snitt har en høyere kroppsvekt enn backer og midtbanespillere (Davis et al. 1992). Det som derimot er en klar fordel med Yo-Yo testen er at den er lett å organisere og man kan teste hele laget samtidig (Bradley et al. 2011).

Hoff og Helgerud testen på sin side stammer direkte fra dribbeløypen som ble beskrevet av Hoff et al. (2002) hvor de gjennomførte 4-4 minutter intervaller. Testen går ut på å se hvor mange meter man tilbakelegger i dribbeløypen på åtte minutter, hvor hver runde er på 290 meter med fotball (McMillan et al. 2005). Løypen inneholder ulike retningsforandringer, både baklengs og forlengs løp, samt 20 cm høye hinder (McMillan et al. 2005). Antall meter løpt i

dribbeløype testen målt opp mot resultatene fra VO_{2maks} test, viser en korrelasjon på $r= 0,87$ (Hoff et al. 2003). Et av argumentene for utviklingen av dribbeløypen skyldes at fotballspillere ikke er kjent for å ha løping som sin favoritt aktivitet (Hoff et al. 2002). Således kan dribbeløypen virke motiverende og lystbetont for spillerne å gjennomføre. Men testen kan også tenkes å ha potensielle feilmarginer ettersom den inneholder ulike hindringer man må forsere med ball og selv om disse hindringene er enkle kan spillerne gjøre feil på en av testene som gjør sammenligningsgrunnlaget problematisk. Dessuten kan vær og føreforhold, samt type underlag testen gjennomføres på påvirke resultatet.

VO_{2maks} er den enkeltvariabelen som påvirker den aerobe utholdenheten i størst grad (Pate og Kriska 1984) og alle parametrene som er nevnt i innledningen viser at fotball er en idrett hvor minst 90 % av energifrigjøringen vil være aerob (Hoff et al. 2002). En VO_{2maks} test er en direkte indikator på effekten av denne intervensjonen og testen er valid ettersom den er relevant for oppgavens problemområde. Samtidig er den reliabel fordi testen har en standardisert testprosedyre, og Åstrand et al. (1977, s. 298) nevner at gjentatte VO_{2maks} tester på samme forsøksperson, gir en standard avvik på under 3 %. Dette understrekes videre av Åstrand et al. (2003, s. 291) der VO_{2maks} test blir beskrevet som en presis måling av aerob utholdenhetsprestasjon. Helgerud et al. (2001) har vist en direkte sammenheng mellom VO_{2maks} og totaldistanse løpt under en kamp. Hvilket støttes av de tidligere nevnte funnene til Wisløff et al. (1998) som viser at VO_{2maks} er høyest hos laget som endte på toppen av tabellen kontra laget som endte nederst i norsk eliteserie. Samtidig er bruken av VO_{2maks} tester svært utbredt innenfor ulike fysiologiske studier (Helgerud et al. 2001; Chamari et al. 2005; McMillan et al. 2005; Impellizzeri et al. 2006; Helgerud et al. 2007; Ferrari Bravo et al. 2008; Hill-Haas et al. 2009) hvilket er med å gi resultatene et godt sammenligningsgrunnlag.

Hvordan trene aerob utholdenhet i fotball?

Intervalltrening over 90 % av forsøkspersonen sin HF_{maks} er kjent som en effektiv treningsmåte for å øke hjertets slagvolum og dermed VO_{2maks} (Helgerud et al. 2001; Helgerud et al. 2007). I praksis benytter trenere mange ulike metoder for å trene aerob utholdenhet i fotball. Noen vanlige organiseringsmåter er, repeterte sprinter (Ferrari Bravo et al. 2008), høyintensiv aerob intervalltrening (HAIT) som løp i motbakke, gjerne med 4 · 4 minutters innsatsperioder (Helgerud et al. 2001; Helgerud et al. 2011), dribbleløype (Hoff et al. 2002; McMillan et al. 2005) og smålagsspill som five a side (Impellizzeri et al. 2006). Alle de ulike organiseringsmetodene er presentert gjennom ulike treningsintervensjoner i tabell 1.

Tabell 1 Ulike former for utholdenhetstrening i fotball

Forfattere	type trening	% HF_{maks}	serie · min	Δ %	økter/ uker	Nivå
Helgerud et al (2001)	HAIT	90-95	4·4	10,7 ±	16/8	Junior elite fotballspillere
Impellizzeri et al (2006)	HAIT	90-95	4·4	10,1 ±	16/8	Junior elite fotballspillere
Helgerud et al (2007)	HAIT	90-95	4·4	8,8 ±	24/8	Moderat trente menn
Ferrari Bravo et al (2008)	HAIT	90-95	4·4	6,6 ±	14/7	Junior elite fotballspillere
Helgerud et al (2011)	HAIT	90-95	4·4	8,6 ±	16/8	Senior elite fotballspillere
Impellizzeri et al (2006)	SLS	90-95	4·4	7,1 ±	16/8	Junior elite fotballspillere
Krustrup et al (2009)	SLS	90-95	1·12	13 ±	24-36/12	Utrente menn
Hill-Haas et al (2009)	SLS	> 80	3-6-6-13	1,7 ±	14/7	Junior elite fotballspillere
McMillan et al (2005)	DL	90-95	4·4	9,3 ±	20/10	Junior elite fotballspillere
Ferrari Bravo et al (2008)	RS	-	6·3*	5 ±	14/7	Junior elite fotballspillere
Chamari et al (2005)	SLS+DL	90-95	4·4	8,3 ±	16/8	Junior elite fotballspillere

HAIT, høyintensiv aerob intervall trening. SLS, smålagsspill. DL, dribbleløype. RS, repeterte sprinter.

% HF_{maks} , prosent av maksimal hjertefrekvens. Δ, prosentvis forandring fra pre til post VO_{2maks} test, målt som $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. * Repetisjoner (40 meter) · sett.

Aerob utholdenhetstrening uten ball

Høyintensiv aerob intervall trening med 4 · 4 minutters innsatsperioder, og en intensitet på 90-95 % av HF_{maks} , har etter hvert blitt en utbredt treningsform som også er gjennomført i flere intervensjonsstudier. Studiene har benyttet seg av aktive pauser med en intensitet på 60 - 70 % av HF_{maks} og med en varighet av tre minutter. Aktive pauser benyttes blant annet for at man skal eliminere opphopet melkesyre raskere samt hindre at HF synker for mye mellom

arbeidsperiodene (Åstrand et al. 2003, s. 341; Helgerud et al. 2011). Ulike studier (Helgerud et al. 2001; Impellizzeri et al. 2006; Helgerud et al. 2007; Ferrari Bravo et al. 2008; Helgerud et al. 2011) har vist prosentvis fremgang av VO_{2maks} fra 6,6 % til 10,7 % målt som $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, ved bruk av HAIT. I tillegg til en forbedret C_R på mølle (Helgerud et al. 2001; Helgerud et al. 2007; Helgerud et al. 2011) på henholdsvis 6,7 %, 11,3 % og 3,7 %. Det ble ikke funnet noen endringer i vertikal hopp høyde, styrke eller sprinthastighet (Helgerud et al. 2001).

Repeterte sprinter er også en treningsmetode som forbedrer C_R . Christensen et al. (2011) fant 2,1 % fremgang på C_R ved en intervensjon som kombinerte høyintensive aerob intervalltrening og repeterte sprinter. I tillegg viser Bangsbo et al. (2009) indirekte en forbedret C_R , men ingen endringer i VO_{2maks} etter en intervensjon med repeterte sprinter gjennom 6-9 uker, 2-3 økter per uke, 8-12 løp per økt av 30 sekunder, med to min passiv pause mellom hvert løp og en intensitet over 85 % av HF_{maks} . Ferrari Bravo et al. (2008) fant derimot 5 % økning i VO_{2maks} etter en intervensjon med repeterte sprinter to ganger i uken, over sju uker (tabell 1). Sprikende mellom de ulike funnene innenfor repeterte sprinter kan skyldes variasjon i studienes metode hva angår pause lengde og antall intervaller (Ferrari Bravo et al. 2008; Bangsbo et al. 2009).

Utrente individer kan få en økning av VO_{2maks} allerede ved intensiteter fra 50 % av HF_{maks} (Åstrand et al. 2003, s. 342), mens godt trente individer må arbeide med en høyere intensitet (85-95 % av HF_{maks}) for å oppnå økt VO_{2maks} (Helgerud et al. 2007; Helgerud et al. 2011). Dette støttes opp av funnene til Zhou et al. (2001) som viser at SV øker fra hvile til lett aktivitet blant alle individer. Hos utrente ($48.9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) skjer det en avflatning av SV rundt 50 % av VO_{2maks} , hos trente personer ($72.1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) er avflatningen mer gradvis, mens hos elitegruppen av forsøkspersonene ($84.1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) vil SV derimot ikke flate ut, men fortsette å stige helt til VO_{2maks} nåes (Gledhill et al. 1994; Zhou et al. 2001). Derfor bestemmer en persons individuelle VO_{2maks} hvor lav intensiteten på treningene kan være for at man kan forvente ytterligere økning av VO_{2maks} .

Aerob utholdenhetstrening med ball

Trenere av norske 2. og 3. divisjons lag møter ofte en problemstilling der man ønsker å forbedre spillernes fysiske kapasitet, tekniske kvaliteter samt spillerens og lagets taktiske ferdigheter. Det er ikke alltid at tiden strekker til, dermed vil det være en fordel om man kan slå momenter sammen. En måte å gjøre det på er dribbeløype. McMillan et al. (2005) brukte en dribbeløype med innlagte hinder og en distanse på 290 meter. De gjennomført fire intervaller av fire minutter på 90- 95 % av HF_{maks} med tre min aktiv pause på 70 % av HF_{maks} mellom hver intervall, to ganger i uken over 10 uker. Denne treningen førte til 6, 4 % forbedring av spillernes VO_{2maks} , men ingen endring i C_R . En annen måte som inkluderer enda flere ferdigheter er, smålagsspill. Fordelene ved å bruke denne organiseringen kan være at smålagsspill 4 mot 4 er veldig likt vanlig fotballspill på stor bane, noe som gjør at man kommer opp i mange kamplike situasjoner som for eksempel hurtige omstillinger fra angrep til forsvar og fra forsvar til angrep (Hill-Haas et al. 2011; Bergo et al. 2008, s. 218-219). Score mål, vinne ball og hindre mål står hele tiden i fokus for å vinne kampene. Spillerne gjør også hele tiden taktiske og tekniske handlingsvalg med høy intensitet under press og økende utmattelse (Hill-Haas et al. 2011; Bergo et al. 2008, s. 218-219). Hoff et al. (2002) har vist at aerob utholdenhetstrening kan gjennomføres like effektivt med ball som uten ball (dribbeløype og smålagsspill), så lenge kravet til intensiteten blir opprettholdt (90-95 % av HF_{maks}). Dellal (2008) poengterer derimot at spillerne er veldig frie under smålagsspill og at deres innsats avhenger av spillerens indre grad av motivasjon.

Hvordan oppnå ønsket HF under smålagsspill?

I følge Wisløff et al. (1998) organiserte Rosenborg på 90-tallet sin aerobe utholdenhetstrening hovedsakelig gjennom spillsekvenser. Studiet hevder så videre at erfaringer tilsier at det vil være vanskelig å oppnå høy nok intensitet under en spillsekvens for lag i lavere divisjoner (Wisløff et al. 1998). Momenter som nivået på motstanderlaget, banestørrelsen, antall spillere, bruk av ulike regler, kontinuerlig spill kontra intervaller, med eller uten keeper og med eller uten tilbakemeldinger fra trener, er alle med å påvirke HF i ulike retninger. Uansett hvilke grep man tar er hovedmålet å skape en høyere intensitet på treningen enn hva man blir utsatt for under en fotballkamp (Hoff et al. 2002). Banestørrelsen er i så måte et viktig moment.

Hvor stor bane som benyttes varierer mellom ulike studier, fra 5·10 meter (Owen et al. 2004) til 40·50 meter (Hoff et al. 2002). Studiet til Owen et al. (2011) viser hvordan smålagspill (3 vs. 3 på 30·25 m) medførte en høyere HF og total tid i >85 % av HF_{maks} kontra storbanespill (9 vs. 9 på 60·50 m). Mens Casamichana et al. (2010) gjennomførte SLS som 5 mot 5 og varierende banestørrelse. Funnene viser at den totale løpslengden, maks løpshastighet, sprint frekvensen, høyeste målte HF, tid over 90 % av HF_{maks} øker ved en banestørrelse på 62·44 m kontra en banestørrelse på 32·23 m. Derimot sank frekvensen på antallet overganger, skudd, klareringer, driblinger, samt hvor raskt en ny ball kom inn ved balltap ved smålagspill med større banestørrelse (Casamichana et al. 2010). Hoff et al. (2002) oppnår ønsket intensitet (90-95 % av HF_{maks}) under smålagspill 4 mot 4 og en banestørrelse på 50·40 meter. Hvilket er den samme intensitetssonen som Helgerud et al. (2001) viser som effektiv for å øke VO_{2maks} .

En annen faktor som påvirker HF er bruk av keeper. Mallo og Navarro (2007) fant ut at bruk av keeper medførte en signifikant reduksjon i % HF_{maks} , total distanse og total tid med høy intensitets løp under smålagspill 3 vs. 3. Den reduserte fysiske responsen ved bruk av keeper under smålagspillet kan skyldes økt defensiv organisering nær eget målområde, noe som reduserer tempoet på spillet (Mallo og Navarro 2007). Mens Dellal et al. (2008) viser til økt HF respons under spill 8 vs. 8 med keepere. Det hevdes at keepernes tilstedeværelse kan ha vært med og bidratt til spillernes motivasjon til både å angripe og å forsvare. I tillegg kan keeperen tenkes å bidra til at laget holder strukturen og formasjonen inntakt, samt øke kommunikasjonen (Hill-Haas et al. 2011). Men kommunikasjonen kan også komme fra sidelinja og Mazzetti et al. (2000) viser hvordan overvåking og coaching under trening er med på å øke intensiteten under ulike former for aktivitet. Dette underbygges videre av Rampinini et al. (2007 a) som viser hvordan HF og blod laktat konsentrasjonen var høyere når treneren gav kontinuerlig tilbakemeldinger til spillerne under smålagspillet. Samt Hoff et al, (2002) som beskriver at det ikke ble oppnådd tilfredsstillende HF (>90) under SLS uten bruk av konstruktive tilbakemeldinger og oppmuntringer fra treneren.

Tidligere intervensjonsstudier på smålagsspill

Impellizzeri et al. (2006) gjennomførte smålagsspill som 4·4 intervaller (90-95 % av HF_{maks}), med 3 min aktive pauser (70 % av HF_{maks}), to ganger i uken over åtte uker. Banestørrelsen varierte fra 25·35 meter til 40·50 meter og antall spillere på hvert lag fra 3 vs. 3 til 5 vs. 5. Studiet hadde også en gruppe som gjennomførte høy intensitets aerobe intervall trening og dem fant at smålagsspill var tilnærmet like effektivt som HAIT for å øke VO_{2maks} (Impellizzeri et al. 2006). Begge treningsregimene ble gjennomført på junior elite fotballspillere og økte deres VO_{2maks} med 10,1 % i HAIT og 7,1 % i SLS (Impellizzeri et al. 2006). Spillerne i smålagsspillgruppen endte da opp med $61,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ved posttesten, dette er resultater som stemmer overens med studiet til Hill-Haas et al. (2009) på et juniorelite fotballag fra Australia som har gjennomført en intervensjon med smålagsspill. Intervensjonen forgikk to ganger i uken over 7 uker, med en intensitet $> 80 \%$ av HF_{maks} , 3-6 repetisjoner av 6-13 min, 1-3 min pause, fra 2 vs 2 til 7 vs 7 spillere på banen og med en banestørrelse varierende fra 20·15 m til 60·40 m. Spillerne fra studiet ender opp med et VO_{2maks} snitt på $58,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (Hill-Haas et al. 2009).

Hoff et al. (2002) fant at smålagsspill blant norske 1. divisjonsspillere ga en gjennomsnittlig intensitet på 91 % HF_{maks} . Denne intensiteten skal dermed være høy nok til å forbedre VO_{2maks} med bakgrunn i studiet til Helgerud et al. (2007) hvor HAIT ved 90 – 95 % av HF_{maks} viste seg å forbedre VO_{2maks} i størst grad sammenlignet med trening ved lavere intensiteter. Det er også interessant og se at spillerne i studiet til Hoff et al. (2002) ligger på $57,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ under smålagsspillet, mens de samme spillerne ligger på $62,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ i dribbeløypa og $67,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ under en VO_{2maks} test. Av den grunn nevnes det også i Hoff et al. (2002) at smålagsspill kan ha en takeffekt for å utvikle aerob utholdenhet blant fotballspillere. Med bakgrunn i studiet til Hoff et al. (2002) foreslår Hoff (2005) at denne takeffekten kan ligge rundt $65 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ for elitespillere. Er det kun tilfeldigheter som gjør at de ulike studiene (Hoff et al. 2002; Impellizzeri et al. 2006; Hill-Haas et al. 2009) ender opp rundt $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ved bruk av smålagsspill?

Problemstilling

Ut i fra tidligere nevnte studier (Impellizzeri et al. 2006; Hill-Haas et al. 2009) kan det se ut som at $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ er en grense hvor den gjennomsnittlige $\text{VO}_{2\text{maks}}$ effekten av smålagsspill stagnerer. I tillegg foreslår Hoff (2005) med bakgrunn i Hoff et al. (2002) at smålagsspill kan ha en takeffekt rundt $65 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ for elitespillere. Ettersom dette studiet omhandler spillere fra norsk 2. og 3. divisjon kan det tenkes at en eventuell takeffekt vil tre i kraft rundt $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ som er resultater fra junior elite lagene (Impellizzeri et al. 2006; Hill-Haas et al. 2009) og sannsynligvis lavere enn rundt $65 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ som er foreslått for elitespillere (Hoff 2005). Dermed ble oppgavens problemstilling følgende:

”Finnes det en takeffekt rundt $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ for smålagsspill med tanke på å øke $\text{VO}_{2\text{maks}}$ blant fotballspillere i norsk 2. og 3. divisjon?”

Metode

Dette prosjektet, inkludert forsøkspersonene og dermed datamaterialet, er det samme prosjektet som masteroppgaven til Eirik Hanssen og Martin Sørensen også baserer seg på.

Forsøkspersoner

29 fotballspillere var med ved start av studien. Spillerne var fordelt på et 3. divisjonslag og et 2. divisjonslag. 14 av disse (20,3 år, 177,7 cm og 74,3 kg) gjennomførte studien og utgjorde intervensjonsgruppen (tabell 2). Studiet hadde ingen kontrollgruppe. Forfallet skyldes fem skader, fire sykdomstilfeller, to med for lite oppmøte (<80 %), tre spillere skiftet klubb og en sluttet. Studiet hadde et krav til oppmøte på over 80 %, altså måtte man ha vært på minimum 13 av de 16 fellesøktene under intervensjonen. Spillerne ble ikke delt i intervensjonsgrupper på tvers av klubbene, men tilfeldig fordelt på smålagsspillag innad i hver respektive klubb. Imidlertid ble de delt i to grupper på tvers av klubbene etter pre test nivå, de under $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (LAV gruppen) og de over $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (HØY gruppen). Heretter vil intervensjonsgruppen hovedsakelig omtales som enten HØY eller LAV gruppen. Forsøkspersonene skrev under på et informasjonsskriv om prosjektet (vedlegg 1) og et egenerklæringsskjema (vedlegg 2), dermed hadde de kjennskap til studien. Ingen tester ble gjennomført før dette var gjort. Studiet var godkjent av regional etisk komité i Helse Sør-Øst. All testing og trening ble gjennomført mellom januar og mars 2011.

Tabell 2. Kjennetegn ved spillerne (n = 14)

		VC (%)
Alder (år)	20,3±5,4	26,6
Kroppsvekt (kg)	74,3±8,9	12,0
VO_{2maks} (ml·kg⁻¹·min⁻¹)	60,7±5,4	8,9

Verdiene er gjennomsnitt ± standard avvik og variasjonskoeffisienten (VC).
Kg, kilogram. VO_{2maks}, maksimalt oksygenopptak. Ml, milliliter. Min, minutter.

Utstyr

Under $VO_{2\text{maks}}$ testen ble løpingen gjennomført på en Woodway PPS 55 sport (Waukesha, Tyskland) tredemølle som var kalibrert for stigning og hastighet. VO_2 ble målt med oksygenanalysatoren, Sensor Medics Vmax Spectra (Sensor Medics 229, Yourba Linda, CA, USA). Sensor Medics Vmax Spectra er fra leverandør oppgitt til å ha en feilmargin på $\pm 3\%$, men etter mange repeterte målinger på lab med dag til dag variasjoner har den blitt vist til å være mindre en 1% . Oksygenanalysatoren blir kalibret ved en Flow Sensor kalibrering. Laktatmålinger ble gjort med en Arcray Lactate Pro LT – 1710 analysator (Arcray Inc. Kyoto, Japan). Før testing ble laktatmåleren kalibrert med to kunstige standardiserte laktatprøver. Arcray Lactate Pro er rapportert fra produsent å ha en variasjonskoeffisient på 3% . HF under testen ble registrert av en Polar S 610 (Polar, Oy, Kempele, Finland) pulsklokke. Polar har oppgitt at det er en feilmargin på mindre en 1% på klokkene, dette er kontrollert opp mot EKG målinger. Før testen ble forsøkspersonene veid med en digital vekt (Tefal Compliss, Frankrike). Under intervensjonsøktene ble Polar S 610, F4 og s610i electro benyttet for å registrere HF. Fotballene som ble brukt var Adidas TerraPass Official Matchball og Umbro P 10 Elite +.

Testprotokoll

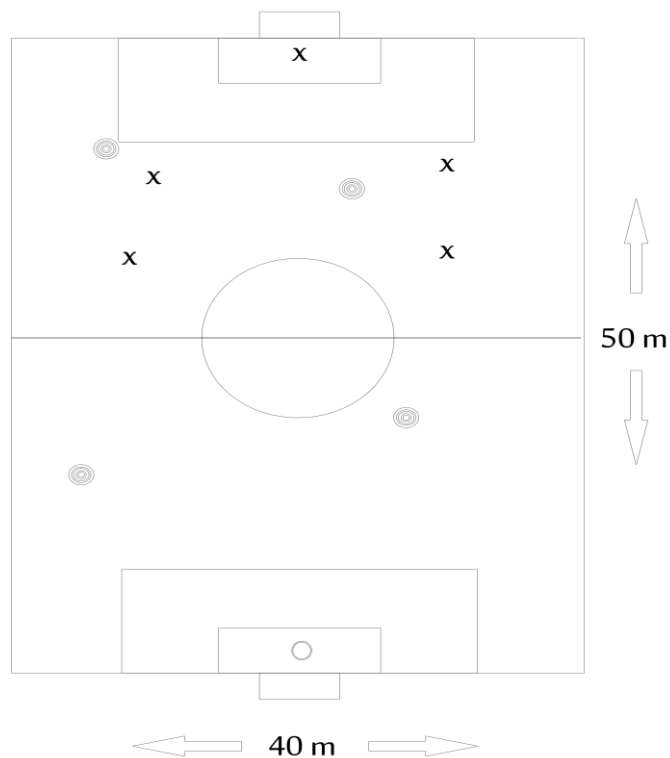
Hver spiller gjennomførte en $VO_{2\text{maks}}$ test på mølle. Før testen ble hver spiller sin høyde og vekt målt på laboratoriet og $0,5\text{ kg}$ ble trukket av vekten for klærne. Forsøkspersonen varmet opp på testmøllen i eget tempo frem til han følte seg klar for testen, vanligvis rundt $10\text{-}12$ min. Tredemøllen ble innstilt med $5,2\%$ stigning og en starthastighet som tilsvarte rundt 70% av forsøkspersonen sin antatte HF_{maks} . Stigningen var konstant under hele testen. Grunnen til at spillerne løp med en stigning på mølla under $VO_{2\text{maks}}$ testen er at dette er vist å rekruttere en større muskelmasse parallelt med en lavere fart. Dette medfører at spilleren kan nå sin virkelige $VO_{2\text{maks}}$ sammenlignet med løp uten stigning (Åstrand et al. 2003, s. 273). Starthastigheten til den enkelte forsøksperson ble holdt konstant det første minuttet av testen. Deretter ble hastigheten økt med $0,5\text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ hvert 30 sekund så lenge testpersonen orket, helt til frivillig utmattelse ble nådd. Hvert 20 sek ble pulsen notert i tillegg til VO_2 målinger. Testens varighet varierte fra $4\text{-}9$ min. Kriterier for å ha nådd $VO_{2\text{maks}}$ var respiratorisk exchange ratio (R) $> 1,1$, avflatning i VO_2 kurven, laktat over $8\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ i tillegg til $HF > 97$

% forventet HF_{maks} . Det var de tre første kriteriene som ble benyttet og ansett som reliable indikatorer for en godkjent VO_{2maks} test, dette understrekes av Howley et al. (1995), mens HF ble brukt som en tilleggsfaktor til de andre kriteriene. Dette skyldes variasjonen i antatt HF_{maks} før testen og faktisk HF_{maks} oppnådd under VO_{2maks} testen. Umiddelbart etter at VO_{2maks} testen var ferdig ble forsøkspersonen sin laktat målt. Videre ble den enkelte forsøksperson sin HF_{maks} satt som den høyeste HF oppnådd under VO_{2maks} testen pluss 3 slag. Grunnen til at det ble lagt til 3 ekstra pulsslag hos hver forsøksperson skyldes at Åstrand et al. (2003, s. 284-285) viser hvordan hjertefrekvensen hos enkelte individer ikke øker parallelt med oksygenopptaket mot slutten av en VO_{2maks} test. I tillegg har upubliserte data fra testlaboratoriet til HIT, avdeling Bø vist at kun halvparten av en gruppe nådde sin HF_{maks} under en VO_{2maks} test til frivillig utmattelse. Den andre halvparten varierte fra 2-5 slag under HF_{maks} . Deretter ble forsøkspersonenes individuelle HF_{maks} benyttet for å regne ut den enkeltes 90-95 % og 70 % av HF_{maks} verdier, til bruk under treningene. I etterkant av intervensjonen ble det i tillegg utlevert et spørreskjema (vedlegg 3), ment som et supplement til den fysiske testen for å få med spillernes oppfatning av smålagsspill (tabell 7). Det er gjort ettersom studier (Krustrup et al. 2009) viser at smålagsspill kan virke som en motiverende organiseringsmetode for aerob utholdenhet blant intervensjonsdeltakerne.

Trening

2. og 3. divisjonslaget gjennomførte nøyaktig den samme intervensjonstreningen, men det ble gjort hver for seg. For begge lag var det kunstgress som var treningsunderlaget. Treningene ble organisert som smålagsspill i fotball med fire intervaller av fire minutter (4·4) med en intensitet på 90-95 % av individuell HF_{maks} . Som vist i tabell 3 ble denne intensiteten oppnådd under SLS. 90-95 % av HF_{maks} ble valgt ettersom HAIT studier (Helgerud et al. 2001; Impellizzeri et al. 2006; Helgerud et al. 2007; Ferrari Bravo et al. 2008; Helgerud et al. 2011) har vist at denne intensiteten er effektiv for å øke VO_{2maks} . Etter hver eneste intervall ble den enkelte spiller sin puls notert og kontrollert slik at den var på den ønskede intensiteten. Det var fire min aktiv pause på ca 70 % av HF_{maks} . Pulsmålingene i pausene ble ikke notert ned men det ble gjennomført flere stikkprøver på hver økt og pulsen de lå på var rundt 70 % av HF_{maks} . Tidligere HAIT studier (Helgerud et al. 2001; Impellizzeri et al. 2006; Helgerud et al. 2007; Ferrari Bravo et al. 2008; Helgerud et al. 2011) har benyttet pauser mellom intervallene på tre minutter. I denne masteroppgaven ble det benyttet fire minutter, dermed kunne to lag

spille SLS mot hverandre mens de to andre lag hadde pause, når intervallene var over skjedde byttene umiddelbart. Banestørrelsen var på 50·40 meter (figur 1) og den var konstant, selv om antallet spillere kunne variere fra 4 mot 4 til 5 mot 5. Denne banestørrelsen ble valgt med bakgrunn i studiet til Hoff et al. (2002). Banen inneholdt to elvermål på hver kortside med keeper. Keeperens deltagelse er vist av Dellal et al. (2008) til å øke HF blant utespillerne. Vanlige fotballregler ble brukt med unntak av dødballer, da de ble tatt ved at laget som skulle hatt dødball begynte med ny ball fra egen keeper. Samt at laget som scorer begynner selv med ballen fra egen keeper. I hvert mål lå det 7-10 baller (Adidas TerraPass Official Matchball, Umbro P 10 Elite +).



Figur 1: Smålagsspill på 40·50 m, 4 mot 4 med keeper.

Treningen ble gjennomført under de siste 30 minuttene på to av de fire til fem fellestreningene lagene hadde i uka over de 8 ukene prosjektet varte. Under hvert intervall ble det kontinuerlig gitt tilbakemeldinger til spillerne fra trenere og oss i prosjektet med hensikt å opprettholde trøkk og innsats i spildelen. Dette blir sett på som en viktig faktor for å oppnå ønsket intensitet på spildelen av flere studier (Mazzetti et al. 2000; Hoff et al. 2002; Rampinini et al.

2007 a). C_R ble ikke testet da McMillan et al (2005) ikke fant noen forbedring av C_R testet på mølle i et laboratorium etter en åtte ukers treningsintervensjon bestående av dribbeløype.

Tabell 3. Gjennomføring av treningen (n = 14)

	LAV VO_{2max} gruppe (n=6)	HØY VO_{2max} gruppe (n=8)
Antall treningsøkter	13,7±1,2	14,2±1
Antall treningsøkter (% av alle treningsøktene)	86	88
HF_{trening} (slag·min⁻¹)	176±7	185±5
HF_{trening} (% av HF_{maks})	93±2	94±2

Verdiene er gjennomsnitt ± standard avvik og prosent av alle treningsøktene eller maks hjertefrekvens.

HF, hjertefrekvens. Min, minutter. LAV VO_{2maks} gruppe = under 60 ml·kg⁻¹·min⁻¹. HØY VO_{2maks} gruppe = over 60 ml·kg⁻¹·min⁻¹.

Skalering for kroppsmasse

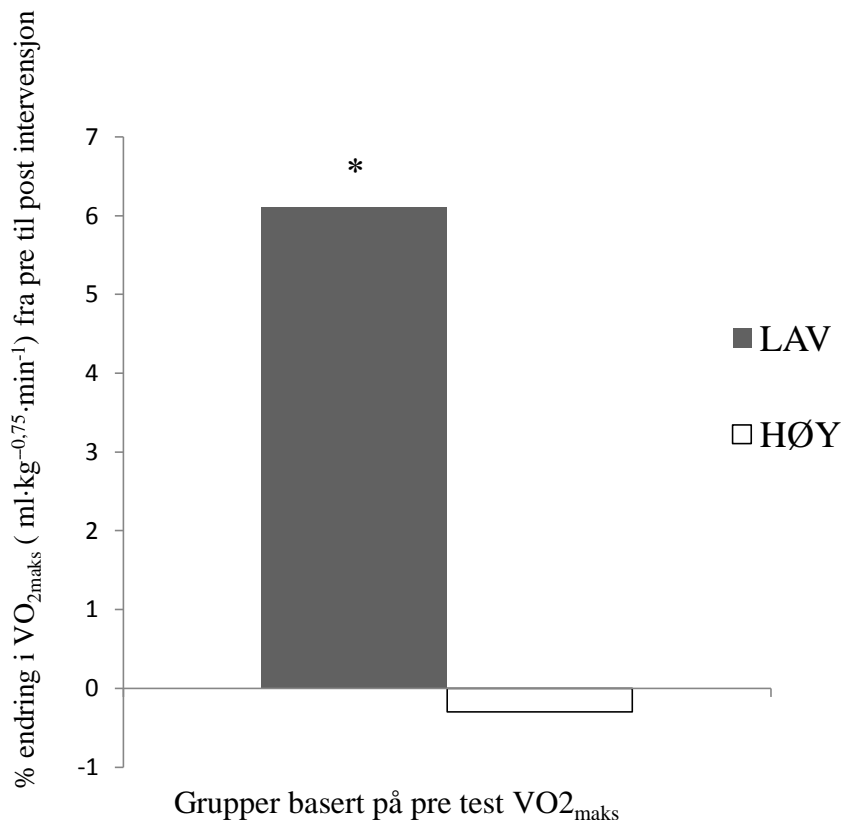
Siden VO_2 betegner evne til å ta inn, transportere og utnytte oksygen, bør denne egenskapen ideelt sett uttrykkes mest mulig uavhengig av kroppsvekt for den ulike aktivitet (Berg et al. 1991; Helgerud, 1994). Når man uttrykker VO_{2maks} som ml·kg⁻¹·min⁻¹ vil de tyngste forsøkspersonene få en underestimerte arbeidskapasitet mens de lettere forsøkspersonene vil bli overestimerte. Bergh et al. (1991) uttrykker det maksimale oksygenopptaket som ml·kg^{-0.75}·min⁻¹, dette for å jevne ut forskjellene i kroppsvekt og det blir anbefalt å skalere kroppsvekten opp i eksponenten 0,75 da det er funnet mest riktig for idretter som omhandler løping (Bergh et al. 1991). Funnene til Helgerud (1994) støtter opp om dette og viser at skalering av VO_{2maks} gir en økt nøyaktighet og presisjon ved sammenligning av enkelt individer innenfor en studie eller ved sammenligninger av flere studier opp mot hverandre.

Statistisk analyse

Deskriptiv statistikk ble benyttet for å finne gjennomsnitt og standardavvik. Tallmaterialet ble testet og funnet normalfordelt via QQ-plot i SPSS, versjon 19. Parede t-tester ble brukt for å teste forskjeller fra pre til post intervensjon, mens uparede t-tester ble brukt for å se på eventuelle forskjeller mellom gruppene. Dette ble gjort med Microsoft Excel (versjon 2007, Windows Vista). $P < 0.05$ er vurdert som statistisk signifikant.

Resultater

Det ble ikke funnet noen forskjell i $VO_{2\text{maks}}$ fremgang mellom spillerne fra 3. divisjonslaget og spillerne fra 2. divisjonslaget. Derimot var det et skille i fremgangen ved post testen mellom spillerne som hadde en pre $VO_{2\text{maks}}$ under $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ kontra spillerne med en pre $VO_{2\text{maks}}$ over $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Av den grunn ble spillerne delt inn i en LAV ($<60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) og en HØY ($>60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) gruppe, uavhengig hvilket lag de hadde gjennomført smålagsspillet med. Etter åtte uker med smålagsspill to ganger i uken økte spillerne i LAV gruppen ($<60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) signifikant sin $VO_{2\text{maks}}$ (tabell 4). Den prosentvise fremgangen, fremgår i tabell 4 og var på henholdsvis 7,1 %, 5,9 % og 6,1 % målt som $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$, $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ og $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$. Spillerne i HØY gruppen ($>60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) oppnådde ingen endringer i $VO_{2\text{maks}}$. LAV og HØY gruppens prosentvise fremgang fra pre til post $VO_{2\text{maks}}$ test er illustrert gjennom figur 2. målt som $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$. Ingen endringer i kroppsvekt, HF_{maks} eller $[\text{La}^-]_b$ verken for LAV eller HØY gruppen, fra pre til post test.



Figur 2. Illustrerer den prosentvise endringen fra pre til post $VO_{2\text{maks}}$ test blant spillerne i LAV ($<60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) og HØY ($>60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) gruppen, målt som $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$.

Tabell 4. Resultater fra pre til post intervensjon

	LAV VO _{2maks} gruppe (n=6)				HØY VO _{2maks} gruppe (n=8)			
	Pre	Post	Δ	VC(%)	Pre	Post	Δ	VC(%)
Kroppsvekt (kg)	78,4±5,4	78,5±4,7	0,1	0,1	69,5±10,9	69,6±9,6	0,1	2,1
VO_{2maks} (L·min⁻¹)	4,2±0,4	4,5±0,4	0,3* #	3,9	4,4±0,6	4,4±0,7	0	2,5
VO_{2maks} (ml·kg⁻¹·min⁻¹)	54,2±7,0	57,4±6,7	3,2*	4,0	64,0±2,3	63,7±3,9	-0,3	3,5
VO_{2maks} (ml·kg^{-0.75}·min⁻¹)	160,8±19,7	170,6±18,2	9,8* #	3,9	184,2±6,1	183,5±13,5	-0,7	3,1
HF_{maks} (slag·min⁻¹)	189,3±3,4	185,7±4,5	-3,6	2,8	194,4±7,9	192,6±6,1	-1,8	1,2
[La⁻]_b	13,9±1,3	14,1±2,6	0,2	12,3	14,6±1,9	14,4±1,9	-0,2	14,9

Verdiene er gjennomsnitt ± standard avvik, Δ (post minus pre verdier) og variasjonskoeffisienten (VC).

VO_{2maks}, maksimalt oksygenopptak. ml, milliliter. Min, minutter. HF_{maks}, høyeste oppnådde HF under VO_{2maks} test til utmattelse + 3 slag.

[La⁻]_b, laktat konsentrasjonen i blodet rett etter VO_{2maks} test.

*p<0.05 forskjellig fra pre test verdier.

#p<0.05 forskjellig fra Høy VO_{2maks} gruppa.

Tabell 5 viser treningsmengden for henholdsvis 2. og 3. divisjonslaget før intervensjonsperioden. Forskjellen i totaltid skyldes hovedsakelig at 2. divisjonslaget hadde en økt mer i uken kontra 3. divisjonslaget.

Tabell 5. Oversikt over fotballagens treninger før intervensjons perioden

	Gjennomsnittlig antall minutter per uke	
	2. divisjon lag	3. divisjon lag
Oppvarming	50	40
Tøyning	10	0
Utholdenhetstrening	50	90
Spill	100	80/120
Teknikktrening	50	60/80
Styrketrening	60	120 (egentrening)
Kamp	90	90/0
Taktikk	40	0/30
Totalt	450	360 + egentrening

/ treningsmengden med og uten kamp.

Verdiene er absolutte, ettersom alle spillerne gjennomførte de samme treningsøktene.

Treningene gjort før intervensjonsperioden (tabell 5) skiller seg ikke mye fra treningene gjennomført under intervensjonsperioden (tabell 6) i type trening og treningsmengde. Forskjellen er først og fremst intensiteten på spill vs. smålagsspill. Spillerne har dermed ikke økt treningsmengden, men intensiteten.

Tabell 6. Oversikt over fotballagens treninger (inkludert intervensjons øktene) under intervensjons perioden

	Gjennomsnittlig antall minutter per uke	
	2. divisjon lag	3. divisjon lag
Oppvarming	50	40
Tøyning	10	0
Utholdenhetstrening	0	0
Smålagsspill	60 [□]	60 [□]
Teknikktrening	80	100
Styrketrening	60	120 (egentrening)
Kamp	90	90
Taktikk	100	70
Totalt	450	360 + egentrening

[□] Smålagsspill representerer intervensjonsøktene.

Verdiene er absolutte, ettersom alle spillerne gjennomførte de samme treningsøktene.

Etter at intervensjonen var over ble det delt ut et spørreskjema for å undersøke hvordan smålagspill ble oppfattet blant spillerne (tabell 7). Ut i fra dette spørreskjemaet fremkommer det flere interessante opplysninger som vil diskutert nærmere i diskusjonen.

Tabell 7. Opplevelse av smålagspill som aerob utholdenhetstrening (N=12)

	Alternativ a	Alternativ b
Virket smålagspill a) mer eller b) mindre slitsomt i forhold til løp intervaller?	66,7 %	33,3 %
Følte kroppen vanligvis a) tung eller b) normal/ lett på trening dagen etter en smålagsspilløkt?	58,3 %	41,7 %
Oppfattet du smålagsspill som a) kamplik eller b) kunstig treningsform?	75 %	25 %
Ville du fortsatt med a) smålagsspill eller gått over til b) løp intervaller etter at treningsperioden var over?	91,7 %	8,3 %

Verdier er svarprosent på alternativ a eller alternativ b.

Diskusjon

Funnene fra denne studien viser at etter åtte uker med smålagsspill to ganger i uka som et supplement til den vanlige fotballtreningen fikk spillerne i LAV gruppen økt VO_{2maks} med 5,9 % målt som $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, mens spillerne i HØY gruppen ikke endret sin VO_{2maks} . Ved å ha gjennomført 86 % av de 16 oppsatte SLS intervensjonsøktene, økte LAV gruppen i gjennomsnitt VO_{2maks} med 0,44 % per trening. Dette samsvarer med tidligere intervensjoner hvor HAIT har blitt gjennomført på blant annet et av verdens beste fotballag (Helgerud et al. 2011) med en fremgang på 0,53 % per økt eller 0,67 % per økt blant nasjonale elite juniorspillere (Helgerud et al. 2001). Det korresponderer godt med fremgangen på 0,44 % per økt i dribleløype intervensjonen gjort på junior elite fotballspillere av McMillan et al. (2005). Samt funnene til Impellizzeri et al. (2006) med en 0,3 % forbedring av VO_{2maks} per økt, også blant junior elitefotballspillere.

Takeffekt ved smålagsspill?

Smålagsspill er en svært utbredt spillform for fotballag på ulikt nivå og blant alle nasjoner (Impellizzeri et al. 2006). Ettersom det er så utbredt kan man lure på hvorfor fotballspillere generelt sett ikke har bedre maksimalt oksygenopptak ettersom studier (Impellizzeri et al. 2006; Krusturp et al. 2009; Hill-Haas et al. 2009) viser signifikant fremgang etter en smålagsspillintervensjon. Kan svaret på spørsmålet være takeffekt?

Dette smålagsspill studiet benytter seg av spillere fra norsk 2. og 3. divisjon og som tabell 4 viser ender LAV gruppen i gjennomsnitt opp med $57,4 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ eller $170,6 ml \cdot kg^{-0.75} \cdot min^{-1}$ mens HØY gruppa blir værende med $63,7 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ og $183,5 ml \cdot kg^{-0.75} \cdot min^{-1}$. Helgerud et al. (2001) fant et gjennomsnitt på $58,1 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ og $169,9 ml \cdot kg^{-0.75} \cdot min^{-1}$ hos junior fotballspillere ved pretest. Blant disse spiller sannsynligvis mange i nettopp norsk 1. 2. og 3. divisjon. Videre kan man se på Hoff et al. (2002) som viser at seks veltrente 1. divisjonsspillere i Norge ligger på $57,3 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ og $171,8 ml \cdot kg^{-0.75} \cdot min^{-1}$ under smålagsspill. Men også for et lag fra norsk Eliteserie er det nylig rapportert (Algrøy et al. 2011) VO_{2maks} verdier på $58 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ eller $172,1 ml \cdot kg^{-0.75} \cdot min^{-1}$ under sesongoppkjøringen.

Takeffekten finner man også igjen i ulike europeiske ligaer. Impellizzeri et al. (2006) finner signifikant fremgang i sitt studie på smålagsspill på to av juniorlagene som spiller i Campionato Berretti, juniorligaen til de profesjonelle fotballagene i Italia. De ender opp med $61,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ på posttest og for å gjøre verdiene mer sammenlignbare har jeg scalet tallene til $177,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$. Også junior elite fotballspillere fra Australia ender opp med $58,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, scalet til $166 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$ etter en intervensjon med smålagsspill (Hill-Haas et al. 2009). Mens Davis et al. (1992) viser at fotballspillere i engelsk 1. og 2. divisjon ligger på $60,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, scalet til $179 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}$, dog målt og estimert ut i fra en Beep – test. Penry et al. (2011) har vist at $\text{VO}_{2\text{maks}}$ resultater utregnet fra en Beep- test har en feilmargin på 6,3 % målt mot en $\text{VO}_{2\text{maks}}$ test på mølle. Dette understreker usikkerheten rundt omregning fra en prestasjonstest til en fysiologisk test, som gjort i Davis et al. (1992). I Hellas er det målte (Kalapotharakos et al. 2011) $\text{VO}_{2\text{maks}}$ verdier fra $58,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ under sesongoppkjøringen til $61,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ved halvspilt sesong (midseason) blant fotballspillere fra et lag i den greske eliteserien.

Alle de nevnte kartlegging- og intervensjonsstudiene (Davis et al. 1992; Helgerud et al. 2001; Hoff 2002; Impellizzeri et al. 2006; Hill-Haas et al. 2009; Algerøy et al. 2011; Kalapotharakos et al. 2011) samsvarer med våre funn og er med og illustrerer at blant norske lag fra Eliteserien til 3. divisjon eller for lag på tilsvarende nivå i Europa ser arbeidskravene under smålagsspill ikke ut til å overskride ”taket” på $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Av den grunn er det naturlig at takeffekten ligger relativt jevnt med der $\text{VO}_{2\text{maks}}$ kravene ligger under kamp og trening, da det ikke er å forvente at $\text{VO}_{2\text{maks}}$ skal overstige det forsøkspersonene utsettes for. Også hos et europeisk topplag med nylig deltakelse i Champions League, har det blitt funnet pre $\text{VO}_{2\text{maks}}$ verdier på $60,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (Helgerud et al. 2011)

Hvorfor ingen endring i HØY gruppen?

En mulig forklaring på hvorfor $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ikke endret seg fra pre- til posttest hos HØY gruppen kan være at spillerne i HØY gruppen trente på en lavere intensitet under SLS, ettersom de hadde en høyere $\text{VO}_{2\text{maks}}$ pre kontra spillerne i LAV gruppen. Dermed burde intensiteten under SLS logisk ha vært begrenset av spillerne med lavest $\text{VO}_{2\text{maks}}$. Dette støttes opp av Rampinini et al. (2007 b) som viser at intensiteten under SLS alltid er begrenset av den gjennomsnittlige aerobe kapasiteten til motstanderlaget.

I samme studie, har Rampinini et al. (2007 b) studerte et topp internasjonalt fotballag og målt dem opp mot de beste og dårligste lagene i deres hjemlige liga, funnene viser at laget løp mindre total distanse i snitt (fra 11097 m til 10827 m) når man spilte mot dårligere motstand. I tillegg falt antall løp over 19,8 km/t (fra 902 til 883 m) ved spill mot dårligere lag (Rampinini et al. 2007 b). Selv om forskjellen ikke er så stor illustrerer det at både totaldistansen og høyintensive løp falt ved spill mot dårligere lag. Den samme tendensen er også vist i tidligere nevnte studier (Mohr et al. 2003; Dellal et al. 2011) hvor profesjonelle fotballspillere løper en lengre totaldistanse gjennom flere sprinter og høy hastighetsløp enn amatør spillere.

I tillegg viser Hoff et al. (2002) hvordan spillerne med høyest VO_{2maks} har lavest prosent av VO_{2maks} i smålagsspillet og det blir spekulert i om dette kan indikere at smålagsspillet brukt i deres eksperiment (40-50 m) kan ha en takeffekt for utvikling av aerob utholdenhet blant de best trente spillerne i intervensjonen. Allikevel ble det ikke i vår studie funnet noen forskjell i HF mellom de HØY og LAV gruppen under SLS (tabell 3). Dette underbygges av funnene til Dellal et al. (2011) hvor HF målt som % HF_{maks} under smålagspill var lik for både amatører og profesjonelle fotballspillere.

En annen mulig forklaring er at den prosentvise HF_{maks} målt under intervensjonen til denne masteroppgaven, var bemerkelsesverdig høy og godt over gjennomsnittet på 91 % som ble studiet til Hoff et al. (2002) både for HØY og LAV gruppen. Altså kan det ha skjedd en underestimering av HF_{maks} . HF_{maks} ble funnet under VO_{2maks} testen som ble avsluttet ved frivillig utmattelse, dermed kan man ikke utelukke en underestimering av HF_{maks} . Men det ble som nevnt tidligere lagt til tre ekstra pulsslag på hver HF_{maks} etter VO_{2maks} testen, nettopp for å motvirke denne underestimeringen. Uansett er det ingen grunn til å tro at HF_{maks} er underestimert mer i HØY kontra LAV gruppen. En skal heller ikke helt utelukke den tredje årsaksforklaringen som rett og slett går på at treningsintensiteten målt som HF reelt var så høy som den ble målt til, selv om det ikke stemmer overens med at VO_{2maks} forble uendret i HØY gruppen. Bangsbo et al. (2007) viser til at faktorer som dehydrering og mentalt stress er med å øke det fysiologiske stresset på spilleren noe som medfører en forhøyet HF, sett i forhold til prosentvis VO_{2maks} . På en annen side viser Esposito et al. (2004) at HF økte linjert med VO_2 både i test i laboratoriet og ute på fotballbanen. Hoff et al. (2002) støtter også HF sin validitet og reliabilitet som intensitetsmåler under smålagspill.

En fjerde forklaring kan være at alle start- og stopp bevegelser under SLS overestimerer % HF_{maks} sammenlignet med den korresponderende- % VO_{2maks} , i så fall kan HF ha overestimert arbeidsintensiteten under SLS mer i HØY enn i LAV gruppen. Fysiologisk kan denne påstanden begrunnes med at smålagsspill inneholder mange hurtige vendinger, hopp, og så videre. Dette medfører en redusert effekt av muskel- vene pumpen, hvilket igjen skaper en kort periode med redusert venøs tilbakestrømning til høyre forkammer (Åstrand et al. 2003. s 160). For å kompensere for fallet i SV øker det sympatiske nervesystemets stimulering av sinusknuten og dermed øker HF. Hvilket medfører at HF overestimerer det faktiske arbeidet som SV gjennomfører. Dette studiet har ingen data til å underbygge de nevnte forslagene annet enn $HF_{trening}$ resultatene (tabell 3).

Fotballspillerne er positive til smålagsspill

Som man kan se av resultatene i tabell 7, forekommer det interessante opplysninger fra dette spørreskjemaet. Til tross for at majoriteten mener at smålagsspill er mer slitsomt enn løping samt at man føler seg tung i kroppen dagen etter en økt, foretrekker så mye som 91 % av spillerne å fortsette med smålagsspill etter endt intervensjon kontra løping. At spillerne hovedsakelig ser på smålagsspill som en komplisert treningsform er også viktig å ta med i begrunnelsen for å benytte denne treningsformen. At fotballspillere ønsker å spille fotball er i seg selv ikke spesielt revolusjonerende, det er likevel verdt å merke seg at selv spillere som mener at smålagsspill er en kunstig treningsform heller ønsker å fortsette med det enn å gå over til løp intervaller. Dette støttes opp av Hoff og Helgerud (2004) som hevder at fotballspilleres motivasjon normalt sett er høyere, når ball benyttes. I tillegg viser studiet til Krustrup et al. (2009) på utrente personer som spilte smålagsspill, at etter endt intervensjon fortsatte forsøkspersonene på eget initiativ å spille smålagsspill, noe som ikke ble gjort hos gruppen som hadde løpt langkjøring i samme studiet (Krustrup et al. 2009).

Praktiske implikasjoner og behov for nye studier

En ”ekstra” spiller på laget

Studiet til Helgerud et al. (2001) økte forsøkspersonenes VO_{2maks} (se tabell 1). Fremgangen medførte at spillerne på laget i snitt løp 20 % mer på kampen etter treningsperioden. I meter tilsvarte dette at spillerne i treningsgruppen løp 1716 m lengre ved post treningskampen i forhold til kontrollgruppen (Helgerud et al. 2001). Hvis man tar fremgangen i antall løpte meter i en kamp og ganger den med de 10 utespillerne som er på banen og fra før vet at en spiller i snitt dekker en totaldistanse på 8-12 km (Hoff og Helgerud 2004) illustrerer det at den aerobe utholdenhetstreningen har medført at laget har fått bortimot en og en halv ”ekstra” spiller på banen. I dette studiet var ikke fremgangen like stor, men LAV gruppen økte med $3,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, og hadde man hatt 10 spillere med den fremgangen ville laget fått 0,6 spiller ekstra på banen.

Styrker og svakheter ved studiet

Styrker ved dette studiet er at vi har undersøkt VO_{2maks} effekten til smålagsspill som organiseringsform for aerob utholdenhetstrening i fotball, samt avdekket takeffekt blant spillerne i intervensjonsstudiet. Dette er en styrke ettersom en slik intervensjonsstudie krever høy grad av oppfølging og tar mye tid. Vi i intervensjonsteamet har fulgt opp og gjennomført målinger på treningsfeltet to ganger i uken over åtte uker, på to forskjellige lag og treningsfelt. Svakheter til studiet er at det er få forsøkspersoner som kom seg gjennom hele intervensjonen, noe som medførte et lite antall personer i både LAV og HØY gruppen. Det kunne kanskje også vært hensiktsmessig med egen HF_{maks} test for å forsikre seg om at den enkeltes HF_{maks} var helt korrekt.

Videre forskning

SLS ser ut til å heve den enkelte spiller sin VO_{2maks} opp til $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ for fotballspillere i norsk 2. og 3. divisjon, samt spillere rundt tilsvarende nivå i Europa (Davis et al. 1992; Helgerud et al. 2001; Hoff et al. 2002; Impellezzeri et al. 2006; Algerøy et al. 2011; Kalapotharakos et al. 2011). En videre økning i VO_{2maks} ved bruk av SLS ser derimot ikke ut til å forekomme på dette nivået, hvilket kan skyldes motspillernes VO_{2maks} og tekniske ferdigheter. Det kunne vært interessant å forsøke å dele smålagspillagene slik at spillerne over $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ hadde spilt sammen, mens spillerne under $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ hadde spilt sammen. Ville spillerne med pre VO_{2maks} over $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ da hatt en økning? Dette er et spørsmål for videre forskning. I denne smålagsspill intervensjonen ville det ikke latt seg gjøre ettersom det var for få spillere som gjennomførte intervensjonen både blant LAV (n=6) og HØY (n=8) gruppen. Av den grunn ble det mest praktisk relevant å dele inn i LAV og HØY gruppen i etterkant av post testen. Det trengs også flere studier som søker å avdekke takeffekter ved bruk av SLS på ulike nivåer. Følger takeffekten spillernes nivå slik at man i lavere divisjoner vil finne en takeffekt ved $55 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ mens lag i eliteserien møter takeffekten ved $65 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$? Et annet spørsmål som krever videre forskning for å kunne besvares, er om takeffekten kan øke ytterligere ved å studere de beste lagene i Europa.

Konklusjon

Etter en åtte ukers smålagsspill intervensjon, med et norsk 2. og et 3. divisjonslag var det kun spillerne som i utgangspunktet hadde en VO_{2maks} lavere enn $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ som økte sin VO_{2maks} . Dette kan skyldes en takeffekt rundt $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ for spillere på dette nivået. Av den grunn kan HAIT eller dribbeløype være et tryggere alternative enn smålagsspill om målet er å øke VO_{2maks} blant alle spillerne på laget.

Litteraturliste

Algrøy EA, Hetlelid KJ, Seiler S, Pedersen JIS. Quantifying Training Intensity Distribution in a Group of Norwegian Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2011. 6, 70-81 © Human Kinetics, Inc.

Amann M. Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans. *Exp Physiol*. 2012. 97.3, pp 311-318.

Andersen P, Saltin B. Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *J Physiol*. 1985. Sep; 366: 233-49.

Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsø F. Activity Profile of Competition Soccer. *Can. J. Spt. Sci*. 1991. 16:2, 110- 116.

Bangsbo J. Fitness Training in football – a scientific approach. *August Krogh Institute University of Copenhagen*. Denmark 1994. (43-44, 59-64, 71-74).

Bangsbo J, Laia FM, Krstrup P. Metabolic Response And Fatigue in Soccer, Brief review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2007. 2: 111-127 © 2007 Human Kinetics, Inc.

Bangsbo J, Gunnarsson TP, Wendell J, Nybo L, Thomassen M. Reduced volume and increased intensity elevate muscle Na⁺-K⁺ pump α_2 - subunit expression as well as short- and long-term work capacity in humans. *J Appl Physiol*. 2009. 107: 1771-1780.

Bassett DR jr, David R, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000. Vol. 32 No. 1, pp. 70-84.

Bergh U, Sjödin B, Forsberg A, Svedenhag J. The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Med Sci Sports Exerc*. 1991. 23(2): 205-211

Bergo A, Johansen PA, Larsen Ø, Morisbak A. Ferdighetsutvikling I fotball – handlingsvalg og handling. *Akilles*. Oslo 2003. (218-219).

Bjålie JG, Haug E, Sand O, Sjaastad ØV. Med. Ill. Toverud KC. Menneskekroppen. *Gyldendal*. 1998. (233-234).

Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy HKA. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J. Appl. Physiol.* 1996. 80 (3): 876-884.

Bradley PS, Mohr M, Bendiksen M, Randers MB, Flindt M, Barnes C, Hood P, Gomez A, Andersen JL, Mascio MD, Bangsbo J, Krstrup P. Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *Eur J Appl Physiol.* 2011. 111: 969-978.

Casamichana D, Castellano J. Time-motion, heart rate, perceptual and motor behavior demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*. December 2010. 28(14): 1615-1623.

Chamari K, Hachana Y, Kaoech F, Jeddi R, Moussa-Chamari I, Wisløff U. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *Br J Sports Med.* 2005. 39: 24-28.

Christensen PM, Krstrup P, Gunnarsson TP, Kilerich K, Nybo L, Bangsbo J. VO₂ Kinetics and Performance in Soccer Players after Intense Training and Inactivity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2011. Vol. 43, No. 9, pp. 1716-1724.

Conley DL, Krahenbuhl GS. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1980. 12(5): 357-60

Convertino VA. PHD, Blood Volume Response to Physical Activity and Inactivity. *Med Sci.* 2007. 334 (1): 72-79.

Davis JA. Anaerobic threshold: review of the concepts and directions of future research. *Med Sci Sports Exerc.* 1985. 17: 6-18

Davis JA, Brewer J, Atkin D. Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. 1992. 0264-0414/92 © E. & F.N. Spon.

Dellal A, Chamari K, Pintus A, Girard O, Cotte T, Keller D. Heart Rate Response During Small-Sided Games and Short Intermittent Running Training in Elite Soccer Players: A Comparative Study. *J Strength Cond Res.* 2008. 22(5): 1449-1457.

Dellal A, Hill-Haas S, Lago-Penas C, Chamari K. Small-Sides Games in Soccer: Amateur vs. Professional Players' Physiological Responses, Physical, and Technical Activities. *J Strength Cond Res.* 2011. 25(9): 2371-2381.

Dempsey JA, Johnson BD. Demans vs. Capacity in the Healthy Pulmonary System. *Schweiz. Ztschr. Jahrgang 1992. Sportsmed.* 40.

Di Prampero EP. Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2003. 90: 420–429.

Esposito F, Impellizzeri FM, Margonato V, Vanni R, Pizzini G, Veicsteinas A. Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2004. 93: 167-172.

Ferrari Bravo D, Impellizzeri FM, Rampinini E, Bishop D, Wisløff U. Sprint vs. Interval Training in Football. *Int J Sports Med.* 2008. 29: 668-674.

Gandevia SC. Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. *Physiological Reviews.* Oktober 2001. Vol 81, No. 4.

Gjøvaag TF, Dahl HA. Effect of training with different intensities and volumes on muscle fibre enzyme activity and cross sectional area in the m. triceps brachii. *Eur J Appl Physiol.* 2008. 103:399-409

Gledhill N, Cox D, Jamnik R. Endurance athletes' stroke volume does not plateau: major advantage is diastolic function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1994. Vol. 26, No. 9, pp. 1116-1121.

Helgerud J. Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in woman and men with similar performances level in marathons. *Eur J Appl Physiol.* 1994. 68: 155-161.

Helgerud J, Engen LC, Wisløff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports Exercise.* 2001. 33(11): 1925-1931.

Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjørth N, Bach R, Hoff J. Aerobic High-intensity intervals improve VO_{2max} more than moderate training. *Medicine & science in sports & exercise.* 2007. Apr; 39(4):665-71.

Helgerud J, Rodas G, Kemi OJ, Hoff J. Strength and Endurance in Elite Football Players. Published online: 2011. *Int J Sports Med.*

Hill-Haas SV, Coutts AJ, Rowsell GJ, Dawson BT. Generic Versus Small-sided Game Training in Soccer. *Int J Sports Med.* 2009. 30: 636-642.

Hill-Haas SV, Dawson B, Impellizzeri FM, Coutts AJ. Physiology of Small-Sided Games Training in Football, A systematic Review. *Sports Med.* 2011. 43 (3): 199-220.

Hoff J, Wisløff U, Engen LC, Kemi OJ, Helgerud J. Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med.* 2002. 36: 218-221.

Hoff J, McMillan K, Helgerud J. Football (soccer). Specific, simple, low cost, test of endurance performance and maximal oxygen uptake. In: Football (Soccer). New Developments in Physical Training Research, Hoff J, Helgerud J. Trondheim, Norway: Norwegian University of Science and Technology, 2003. pp. 217–21.

Hoff J, Helgerud J. Endurance and Strength Training for Soccer Players, Physiological Considerations. *Sports Med.* 2004. 34 (3): 168-180.

Hoff J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, June 2005. 23 (6): 573-582.

Howley ET, Bassett DR jr, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 1995. Vol. 27, No. 9, pp. 1292-1301.

Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Laia FM, Rampinini E. Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players. *Int J Sport Med.* 2006. 27:483-492.

Kalapocharakos VI, Strimpakos N, Vithoulka I, Karvounidis C, Diamantopoulos K, Kapreli E. Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *J sports med phys fitness.* 2006. 46:515-9.

Kalapocharakos VI, Ziogas G, Tokmakidis SP. Seasonal Aerobic Performance Variations in Elite Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2011. 25(6): 1502-1507.

Kent M. The Oxford dictionary of Sports Science & Medicine. *Oxford University Press, Oxford.* 2006. (83, 465, 585).

Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK, Bangsbo J. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability and Validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003. Vol. 35, NO. 4, pp. 697-705.

Krustrup P, Nielsen JJ, Krustrup B, Christensen JF, Pedersen H, Randers MB, Aagaard P, Pettersen AM, Bangsbo LN, Bangsbo J. Recreational soccer is an effective health promoting activity for untrained men. *Br J Sports Med.* 2009 Oct. 43 (11): 825-831.

MacRae HHS, Noakes TD, Dennis SC. Effects of endurance training on lactate removal by oxidation and gluconeogenesis during exercise. *Pflügers Arch – Eur J Physiol.* 1995. 430 : 964 – 970.

Mallo J, Navarro E. Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *J sports med phys fitness.* 2007. 47:166-7.

Mazzetti SA, Kraemer WJ, Volek JS, Duncan ND, Ratamess NA, Gómez AL, Newton RU, Häkkinen K, Fleck SJ. The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000. Vol 32, No. 6, pp 1175-1184.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology, energy, nutrition & human performance. *Sixth edition. Lippincott Williams & Wilkins, Maryland.* 2007. (149-155, 166-167, 279-280, 282-287, 358-359).

McCully KK, Fielding RA, Evans WJ, Leigh jr JS, Posner JD. Relationship between in vivo and in vitro measurements of metabolism in young and old human calf muscles. *J. Appl. Physiol.* 1993. 75(2): 813-819.

McMahon S, Wenger HA. The Relationship between Aerobic Fitness and Bort Power Output and Subsequent Recovery During Maximal Intermittent Exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 1998. 1(4): 219-227.

McMillan K, Helgroud J, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med.* 2005. 39:273-277.

Mohr M, Krustup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences.* 2003. 21, 519-528.

Morgan DW, Brandsford DR, Costill DL, Daniels JT, Howley ET, Krahenbuhl GS. Variation in the aerobic demand of running among trained and untrained subjects. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1995. Vol. 27, No. 3, pp. 404-409.

Nicholson RM, Sleivert GG. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Feb. 33(2):339-42.

Owen A, Twist C, Ford P. Small-sided games: the physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers. *Insight FACA J.* 2004. 7 (2): 50-3.

Owen AL, Wong DP, McKenna M, Dellal A. Heart Rate Responses and Technical Comparison Between Small- vs. Large- Sided Games in Elite Professional Soccer. *J Strength Cond Res.* 2011. 25(8): 2104-2110.

Pate RR, Kriska A. Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Medicine*. 1984. 1:87-98

Penry JT, Wilcox AR, Yun J. Validity and Reliability Analysis of Coopers`s 12- Minute Run and the Multistage Shuttle Run in Healthy Adults. *J Strength Cond Res*. 2011. 25(3): 597-605.

Pilegaard H, Terzis G, Halestrap A, Juel C. Distribution of the lactate/H⁺ transporter isoforms MCT1 and MCT4 in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 1999. 276:E843-E848.

Poole DC, Richardson RS. Determinants of oxygen uptake. Implications for exercise testing. *Sports Med*. 1997 Nov. 24(5): 308-20.

Raastad T, Paulsen G, Refsnes PE, Rønnestad BR, Wisnes AR. Styrketrening – i teori og praksis. *Gyldendal Norske Forlag. Oslo*. 2010. (23-24).

Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Abt G, Chamari K, Sassi A, Marcora SM. Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*. April 2007. 25 (6): 659-666. (a).

Rampinini E, Coutts AJ, Castagna C, Sassi R, Impellizzeri FM. Variation in Top Level Soccer Match Performance. *Int J Sport Med*. 2007. 28: 1018- 1024. (b).

Richardson RS, Poole DC, Knight DR, Wagner PD. Red blood cell transit time in man: theoretical effects of capillary density. *Adv Exp Med Biol*. 1994. 361: 521-32.

Richardson RS, Grassi B, Gavin TP, Haseler LJ, Tagore K, Roca J, Wagner PD. Evidence of O₂ supply-dependent VO_{2max} in the exercise-trained human quadriceps. *J Appl Physiol*. 1999. 86: 1048-1053.

Sand O, Sjaastad ØV, Haug E. Menneskets fysiologi. *Gyldendahl Norsk Forlag AS*. 2001, 1.utgave, 5. opplag 2008. (266-267, 304-306, 400-403).

Schwellnus M. The olympic textbook of medicine in sport. This edition first published 2008. © 2008 International Olympic Committee. Published by Blackwell Publishing Ltd. (94).

Støren Ø, Helgerud J, Støa EM, Hoff J. Maximal Strength Training Improves Running Economy in Distance Runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008. Vol. 40, No. 6, pp. 1087-1092.

Støren Ø. Running and cycling economy in athletes; determining factors, training interventions and testing. Thesis for the degree of Doctor Philosophiae. Trondheim, October 2009. *Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Medicine Department of Circulation and Medical Imaging.*

Takahashi H, Inaki M, Fujimoto K, Katsuta S, Anno I, Niitsu M, Itai Y. Control of the rate of phosphocreatine resynthesis after exercise in trained and untrained human quadriceps muscles. *Eur J Appl Physiol.* 1995. 71: 396-404.

Terziyski KV, Marinov BI, Aliman OI, St Kostianev S. Oxygen uptake efficiency slope and chronotropic incompetence in chronic heart failure and chronic obstructive pulmonary disease. *Folia Med (Plovdiv).* 2009 Oct-Dec. 51(4): 18-24.

Wagner PD. Central and Peripheral Aspects of Oxygen Transport and Adaptations with Exercise. *Sports Medicine.* 1991. 11 (3): 133-142.

Wagner PD. A theoretical analysis of factors determining VO_{2max} at sea level and altitude. *Respiration Physiology.* 1996. 106 329-343.

Wells L, Edwards KA, Bernstein SI. Myosin heavy chain isoforms regulate muscle function but not myofibril assembly. *EMBO J.* 1996. 2; 15(17): 4454–4459.

Wisløff U, Helgerud J, Hoff J. Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1998. 30(3), pp 462-467.

Yoshida T, Chida M, Ichioka M, Suda Y. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987. 56(1): 7-11.

Yoshida T, Watari H. Metabolic consequences of repeated exercise in long distance runners. *Eur J Appl Physiol.* 1993. 67:261-265.

Zhou B, Conlee RK, Jensen R, Fellingham GW, George JD, Fisher AG. Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001. Vol. 33, No. 11, pp. 1849-1854.

Åstrand PO, Rodahl K. Textbook of Work Physiology. *Second edition, McGraw-Hill Book Company.* 1977. (298).

Åstrand PO, Rodahl K, Dahl HA, Strømme SB. Textbook of Work Physiology. *Fourth edition, HumanKinetics.* 2003. (12-22, 52-54, 128-129, 158-168, 196-205, 200-202, 248, 259-264, 273, 284-285, 291, 341-342)

Vedlegg 1.



Høgskolen i
Telemark

Forespørsel om deltaking i forskningsprosjekt og samtykkeerklæring

Formålet med dette studiet er å undersøke sammenhengen mellom småbanespill og aerob utholdenhet, maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks})_s.

All testing vil foregå ved idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen i Telemark. Prosjektleder er Øyvind Støren, og kontaktperson for testing og trening er Eirik Hanssen (97726036), Martin Sørensen (98072410) og Hans Petter Stien (99278944).

Testing

Du vil gjennomføre testing av maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) og makspulstest på mølle. I tilnytning til disse testene vil det også bli tatt laktatprøver (ved stikk i finger).

Trening

Det vil bli kjørt 2 ekstra småbanespill-økter i uka i tillegg til vanlig fotballtrening i perioden (8 uker). Disse vil bli kjørt i tilknytning til klubbens fellestreninger og i samarbeid med klubbens trener. Disse øktene innebærer intensivt spill av typen five a-side (eller fire mot fire) i 4 x 4 minutters perioder med 4 minutters aktiv pause mellom hver. Intensiteten vil ligge på 90-95 % av makspuls (måles med pulsklokke under øktene).

Fordeler og ulemper knyttet til deltagelse i prosjektet

Testene som gjennomføres er enkle men kan oppleves som fysisk slitsomme. Du vil få tilgang på egne personlige testresultater. Mulig forbedret løpskapasitet på banen.

Inklusjonskriterier;

For å kunne delta må du:

- Fylle ut og undertegne et egenerklæringsskjema for helse.
- For de under 18 år trenger vi underskrift fra foresatte.
- Gjennomføre minst 80 % av småspilløktene (13 av 16 økter).

Eksklusjonskriterier;

Du kan ikke delta dersom du

- Viser kontraindikasjoner for hard fysisk aktivitet (dvs at dette er helsemessig ugunstig for deg).
- Har vært syk i mer enn 2 uker sammenhengende den siste måneden før teststart
- Har vært syk den siste uken før teststart.

Forsikring

Idrettsfysiologisk testlaboratorium (Høgskolen i Telemark, Bø), har forsikringsavtale med Gjensidige; ”Testing av mennesker i laboratorium”. Du er dermed forsikret under alle fysiske tester som prosjektet innebærer.

Forberedelser før testing

For at testresultatene skal være så pålitelige som mulig, er det viktig at du er uthvilt før teststart. Dette innebærer at du ikke har trent hardt de siste 24 timene, og ellers er frisk. For øvrig skal det ikke spises eller inntas kaffe de siste to timene før testing. I henhold til internt reglement for idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Høgskolen i Telemark, må alle forsøkspersoner fylle ut egenerklæringskjema for helse. Dette behandles og oppbevares konfidensielt.

Frivillighet

Det understrekes at all deltagelse i forsøket er frivillig, og at man på hvilket som helst tidspunkt har rett til å trekke seg fra forsøket uten å begrunne hvorfor.

Avidentifisering

Du vil bli avidentifisert som forsøksperson, dvs figurere i alt skriftlig materiale som et nummer. Alle data vil bli slettet etter at prosjektet er avsluttet.

For ytterligere sikring av data vil analysene av målinger inngå i en medisinsk forskningsbiobank. Instituttleder Pål Augestad er ansvarshavende for banken. Alle forsøkspersoner som deltar i prosjektet har rett til å tilbakekalle samtykket, kreve analysedata og innsamlede helse- og personopplysninger slettet eller utlevert. Adgangen til å tilbakekalle samtykket eller kreve sletting eller utlevering gjelder ikke dersom opplysningene allerede har inngått i vitenskapelige arbeider, jfr. biobankloven § 14 tredje ledd.

Det blir ikke gitt noen form for kompensasjon eller belønning for å delta i forsøket, utover tilgang på egne testresultater.

Samtykkeerklæring

Jeg er informert om innholdet i prosjektet og samtykker med dette å delta som forsøksperson i prosjektet.

.....
Sted / Dato

.....
Underskrift

.....
Evt underskrift av foresatte

Vedlegg 2.



Egenerklæringsskjema om helse

Etternavn:	Fornavn:	Født:
Høyde:	Vekt:	Lag / forening / studie:
Telefon:	Telefon kontaktperson:	

Siden det er første gang du testes ved idrettsfysiologisk testlaboratorium, ber vi deg lese nøye igjennom alle spørsmålene på denne listen. Kryss av enten JA eller NEI for hvert spørsmål. Dette er viktig i forhold til hvordan vi gjennomfører testingen av deg.

	JA	NEI	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kjenner du til at du har en hjertesykdom?
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hender det at du får brystmerter i hvile eller i forbindelse med fysisk aktivitet?
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kjenner du til at du har høyt blodtrykk?
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bruker du for tiden medisiner for høyt blodtrykk eller hjertesykdom (f.eks vanndrivende tablett?)
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Røyker du?
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bruker du snus?
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kjenner du til om du har høyt kolesterolnivå i blodet?
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Har du besvimt siste 6 måneder i forbindelse med fysisk aktivitet?
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hender det at du mister balansen på grunn av svimmelhet?
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Har du sukkersyke?
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er du fysisk inaktiv og har et stillesittende arbeid?
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bruker medisiner fast – mot:
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Har du eller har du hatt en luftveisinfeksjon i løpet av siste uke?

Jeg / vi har også lest i gjennom forberedelseskjema for testen, og er inneforstått med hvordan testen foregår.

.....
Dato

Underskrift

.....
Dato

Underskrift av foresatt dersom testpersonen er under 18 år

Vedlegg 3.

Spørreskjema – smålagsspill

1. Virket smålagsspill a) mer eller b) mindre slitsomt i forhold til løp intervaller?

a) b)

2. Føltes kroppen vanligvis a) tung eller b) normal / lett normal på trening dagen etter en smålagsspilløkt?

a) b)

3. Oppattet du smålagsspill som a) en kamplik eller b) kunstig treningsform?

a) b)

4. Ville du fortsatt med a) smålagsspill eller gått over til b) løp intervaller etter at treningsperioden var over?

a) b)