

Mastergradsoppgave

Martin Hjort Sørensen  
Eirik Hanssen

Effekten av småbanespill  
på  $VO_{2\text{maks}}$



**Høgskolen i Telemark**

Avdeling for allmennvitenskapelige fag

# Effekten av småbanespill på $\dot{V}O_{2\text{maks}}$

**Martin Hjort Sørensen**

**Eirik Hanssen**

**Mastergradsavhandling i kroppsøvings-, idretts- og friluftsliv 2012**

**Høyskolen i Telemark, Bø**

Høgskolen i Telemark

Fakultet for allmennvitenskapelige fag

Institutt for kroppsøving-, idretts- og friluftsliv

Gullbringvegen 36

3800 Bø

Telefon: 35 02 62 00

<http://www.hit.no>

© 2012 Martin Hjort Sørensen og Eirik Hanssen

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

## Abstrakt

**Formål med studiet:** Undersøke effekten av småbanespill på  $VO_{2maks}$  med spillere på samme lag som har forskjellige pre-verdier på  $VO_{2maks}$  for å kunne indentifisere en mulig takeffekt. Svarene på dette ville kunne indikere om småbanespill er en effektiv måte å forbedre utholdenheten på i forhold til fotballspillere. **Metode:** 14 mannlige fotballspillere fra to klubber på 2. og 3. divisjonsnivå fullførte et åtte ukers intervall treningsprogram organisert som smålagspill, med to intervalløkter per uke som var en del av den vanlige treningen. Treningsøkten ble gjennomført som smålagsspill med fire utespillere pluss keeper på hvert lag. Banestørrelsen var 50 meter lang og 40 meter bred. Det ble spilt med ordinære fotballregler med unntak av dødballer, hvor keeper begynte med ballen istedenfor frispark. Spilløktene ble gjennomført med fire lag hvor av to av lagene løp i pausene. I småbanespilløkten skulle spillerne ligge mellom 90-95 % av  $HF_{maks}$  og øktene ble gjennomført som 4·4 (4min spill etterfulgt av 4 min aktiv pause på 70% av  $HF_{maks}$ ). Gruppene ble delt i en Lav og Høygruppe (over og under  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) basert på posttesten. **Resultater:** Gruppen over  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Høy) forandret ikke  $VO_{2maks}$  fra pre- til posttest.  $VO_{2maks}$  i gruppen under  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Lav) forbedret seg i snitt med 6 % (fra  $54.2\pm 7.0$  til  $57.4\pm 6.7$ ). Forskjellen mellom gruppene var signifikant ( $p < 0.05$ ). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i  $[La^-]_b$  eller i  $HF_{peak}$  fra pre- til posttest i hverken Høy- eller Lav-gruppen. **Konklusjon:** Hovedfunnene i dette studiet viste at Lav-gruppen forbedret sin  $VO_{2maks}$  med 6%, mens Høy-gruppen ikke hadde noen signifikant forbedring i  $VO_{2maks}$ . Siden Høygruppen ikke fikk fremgang er det nærliggende å tro at en takeffekt vil ligge på rundt  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for spillere i 2. og 3. divisjon. Småbanespill som utholdenhetstrening er effektivt for spillere under  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , for spillere over dette nivået anbefales annen type utholdenhetstrening for å bedre  $VO_{2maks}$ .

# Innholdsfortegnelse

<b>Introduksjon</b> .....	4
- Fysiske krav i fotball.....	4
- Aerob utholdenhet.....	5
<b>Trening for å bedre den aerobe utholdenheten hos fotballspillere</b> .....	7
- Løping uten ball gjennomført som høyintensiv aerob intervalltrening .....	8
- Repeterte sprinter .....	9
- Dribbeløype.....	10
- Småbanespill brukt som aerob høyintensiv intervalltrening .....	11
<b>Problemstilling</b> .....	13
<b>Metode</b> .....	14
- Testpersoner .....	14
- Testprotokoll .....	16
- Treningsprotokoll.....	17
- Skalering for kroppsvekt .....	18
- Statistikk .....	19
<b>Resultater</b> .....	19
<b>Diskusjon</b> .....	21
<b>Styrker og svakheter med studien</b> .....	24
- Praktiske implikasjoner .....	26
<b>Konklusjon</b> .....	28
<b>Litteraturliste</b> .....	29

## Introduksjon

### Fysiske krav i fotball

Fotballen er den mest populære idretten i verden. Det stilles krav til tekniske, taktiske, mentale og fysiske egenskaper. For å bli bedre i fotball fokuseres det ofte på teknikk og taktikk, kanskje på bekostning av fysiske egenskaper (Stølen et al. 2005, McMillan et al 2005). Profesjonelle fotballspillere beveger seg 8 til 12 km pr kamp, avhengig av posisjon og spillertype, og har karakter av en intervallbasert utholdenhetsøvelse (Bangsbo et. al.1991). Den gjennomsnittlige intensiteten ligger opp mot laktatterskel (LT) som blant topprente idrettsutøvere kan ligge på  $85\% \pm 10\%$  av maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ) som er over og under snittet på LT (Åstrand et al 2003 s 257). Innenfor denne intensitetssonen er det flere eksplosive handlinger som hopping, sparring, takling, vending, sprinting, akselerering og motstandskraft for å holde på balansen og holde på ballen (Bangsbo 1994). Fotball er en intervallbasert idrett som er preget av 1200 uforutsigbare bevegelsesendringer som opptrer i snitt hvert 3-5 sekund. Blant annet 30-50 sprinter, 700 vendinger og 30-40 taklinger. Toppspillere har ca. 0,6 km med sprintløping som gjennomføres med en hastighet på over  $20 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$  i løpet av en kamp. Dette er ca. 40 % mer sprint enn semi – profesjonelle spillere. De mest suksessfulle lagene har flere høyintensive bevegelser enn mindre suksessfulle lag i løpet av en kamp når deres lag har ballen (Helgerud et al 2001). De mindre suksessfulle lagene har således færre antall sprinter i løpet av en kamp (Mohr et al 2003, Bloomfield et al 2007, Bradley et al 2009, Di Salvo et al 2007) enn de beste lagene. I gjennomsnitt gjennomføres det en sprint hvert 90 sekund, som varer fra 2-4 sekunder. Likevel utgjør sprintene bare 0,5- 3 % av den effektive spilletiden (Ali og Ferrally 1991, Bangsbo et.al 1991, O`Donoghue 2001). På tross av dette er det gjerne de høyintensive handlingene som sprinter, taklinger, hopp og skudd som avgjør fotballkampene (Hoff og Helgerud 2004).

Det er vist en sammenheng mellom spillernes aerobe utholdenhetskapasitet og antall sprinter som gjennomføres i løpet av en kamp (Helgerud et al 2001). Spillernes aerobe kapasitet og spillerens evne til å opprettholde en høy utnyttelse av den aerobe kapasiteten kan relateres til antall løpte meter i løpet av en kamp, og gjennomsnittlig vil spillere løper 5-10 % lengre i 1.

omgang enn 2. omgang, mens denne differansen er mindre for svært godt utholdenhetstrete spillere (Mohr et al 2003, Withers et al 1982, Van Gool et al 1988, Bangsbo et al 1991, Rienzi et al 2000). Antall sprinter og totalt antall løpte meter gjennom en kamp, avhenger i tillegg til spillerens aerobe utholdenhetskapasitet, av posisjon på banen hvor angrepsspillere sprinter mest, mens midtbanespillere og backer løper lengst (Rienzi et al 2000 og Withers et al 1982).

Mens de beste lagene i verden fortsetter å utvikle de fysiske egenskapene, har mange lag samme fysisk nivå som for 30 år siden (Hoff og Helgerud 2004, Wisløff et al 2004). Om dette kommer av færre trenere, dårligere treningsforhold, salg av de beste spillerne, manglende kunnskap om trening, er ikke kjent. Imidlertid er det i Norge flere lag fra lavere divisjoner som har samme kapasitet som elitelagene (Stølen et al 2005).

Aerob utholdenhet blir altså sett på som en av de viktigste fysiske egenskapene innenfor fotball (Hoff 2005). På grunn av kampens lengde (90 minutter(min)), er 90 % av energifrigjøringen aerob (Hoff et al 2002). Siden aerob utholdenhet både er en begrensende faktor for posisjonering og for antall høyintensive handlinger gjennom en kamp vil en forbedring av  $VO_{2maks}$  være gunstig for å øke prestasjonsnivået i spillet. På elitenivå har fotballspillere i gjennomsnitt en  $VO_{2maks}$  mellom 50 - 70  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (Åstrand et al 2003 s.314, Bangsbo 1994, Helgerud et al 2001, Hoff og Helgerud 2003, Helgerud et al 2011)

### **Aerob utholdenhet**

Begrensende faktorer for aerob utholdenhetsprestasjon har blitt delt inn i tre hovedfaktorer,  $VO_{2maks}$ , laktatterskel (LT) og arbeidsøkonomi (C) (Pate og Kriska 1984).  $VO_{2maks}$  kan defineres som den største mengden oksygen en person kan ta opp og forbruke under fysisk aktivitet.  $VO_{2maks}$  måles ofte i antall milliliter (ml)  $O_2$  opptak, pr kilo kroppsvekt, pr minutt. Den høyeste  $VO_{2maks}$  verdien som har blitt målt og publisert i forskningssammenheng er 94  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (Kent 2006).  $VO_{2maks}$  er sannsynligvis alene den viktigste faktoren for å sikre suksess innenfor aerobe utholdenhetsidretter (Åstrand et al 2003 s.273- 278). Derfor er det naturlig å studere de fysiologiske faktorene som begrenser  $VO_{2maks}$ .  $VO_{2maks}$  er begrenset av både oksygentilbudet til arbeidende skjelettmuskulatur (sentrale faktorer) og arbeidende

skjelettmuskulatur evne til å ta opp og forbruke oksygen (perifere faktorer) (Bassett og Howley 2000).

De sentrale faktorene utgjøres av hjertes pumpe evne som er mengden blod hjerte klarer å pumpe ut pr. minutt (minuttvolum). Minuttvolumet bestemmes av hjertefrekvens (HF) og hjertes slagvolum(SV), der SV er mengde blod pr hjerteslag (Åstrand et al 2003). SV er svært trenbart, blant annet har Helgerud et al (2007) viste at med økt  $VO_{2maks}$  på 7,2 % er det samtidig en økning på 10% i  $SV_{maks}$ . Jo mer blod hjerte klarer å pumpe dets større mengde hemoglobin er det i blodet som kan transportere oksygen til musklene (Åstrand et al 2003). I tillegg kan lungenes respirasjons evne begrense  $VO_{2maks}$ , men da først og fremst for personer med meget høy  $VO_{2maks}$ . Blodgjennomstrømningen kan være så høy at ikke like mye oksygen rekker å diffundere over til hemoglobinet i blodet. Dette fører til at oksygenmetningen går ned (Poole og Richardson 1997).

De perifere faktorene utgjøres av muskelfibertypefordelingen, ved at muskelfibertype 1 har større kapillærtetthet, flere mitokondrier og oksidative enzymer enn muskelfibertype 2 og gir derfor bedre betingelser for aerob energiomsetning (Åstrand et al 2003). Muskelens tilgang til oksygen bestemmes ved kapillærtettheten. Om denne er høy vil blodet og oksygenet bevege seg saktere noe som fører til økt diffusjonstid (Richardson et al 1994).

$VO_{2maks}$  hos en elite spiller er rapportert å ligge mellom 55- 67  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ , men med individuelle verdier ned mot 50 og over 70  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (White et al 1988, Davis et al 1992, Nowacki et al 1988, Rhodes et al 1986, Thomas og Reilly 1979 og Williams et al 1973).

LT defineres som den høyeste intensitet i %  $VO_{2maks}$  hvor det ikke produseres mer laktat enn det fjernes (Davis et al 1992). Over LT vil laktatkonsentrasjonen gradvis øke under fortsatt arbeid.

Det er viktig å være klar over at det hele tiden er en viss mengde laktat i kroppen, slik at laktat ikke er noe som plutselig oppstår. Laktat i seg selv har ikke fått påvist noen prestasjonshemmende effekt, men er derimot et viktig energisubstrat (omdannes lett til glukose) (Åstrand et al 2003 s.21). Opphopning av hydrogenioner vil derimot føre til et mer surt miljø i muskelcellen (lavere pH) og er et viktig symptom på at den aerobe energiomsetningen ikke går fort nok til å holde tritt med de faktiske arbeidskravene (økende anaerob energiomsetning) (Åstrand et al 2003 s. 252-259). På denne måten er laktatterskelen



en viktig faktor, ettersom det er helt avgjørende for prestasjonen om opphoping av laktat oppstår under arbeidet (Beneke 1995, Beneke et al 2000).

C målt som oksygenkostnad kan defineres som oksygenkostnad av et standardisert aerobt arbeid, og vanligvis ser man på en gitt  $VO_2$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) på en gitt belastning (f.eks.  $km \cdot t^{-1}$ ) (Foss og Hallen 2004). Løpsøkonomi ( $C_R$ ) blir også definert som energikostnad per meter ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot m^{-1}$ ) (Helgerud 1994). Det er funnet 20 % forskjell i  $C_R$  på trente utholdenhetsutøvere med lik  $VO_{2maks}$  (Helgerud et al 1990). Man kan også se på den prosentvise forskjellen mellom varmeproduksjon og kraftproduksjon (work efficiency, WE) (Pate og Kriska 1984). Det er flere faktorer som har innvirkning på C, muskulær effektivitet, bremsekrefter, elastisk lagring av energi, syklus- frekvens, antropometri og kjønn (Støren 2009)

Som nevnt innledningsvis er den aerobe kapasiteten og da hovedfaktoren  $VO_{2maks}$  avgjørende i fotball på grunn av sprint og bevegelseskravene en kamp stiller (Helgerud et al 2011). Ved økt  $VO_{2maks}$  øker også antall løpte meter, mer ballinvolvinger (30 %) og flere sprinter (100%) i kamp (Helgerud et al 2001). Derfor trenger spillerne en høy aerob kapasitet for å følge med på de fysiske kravene en kamp stiller.

### **Trening for å bedre den aerobe utholdenheten hos fotballspillere**

Fotballag både junior og senior på høyt nivå i Norge trener vanligvis 4-6 dager i uka, med variasjon fra 1 til 2 økter om dagen med en treningsvarighet fra 90 til 120 min (Helgerud et al 2001). Dette er også vanlig treningshyppighet andre steder utenfor Norge. Blant annet viser Impellizzeri et al (2006) et juniorelittelag som i oppkjøringen trener 6 ganger i uka og i sesongen fire økter pluss kamp. På 2. og 3. divisjonsnivå i Norge trener vanligvis klubber en økt pr dag 4-6 dager i uka. Dette fordi få spillere er profesjonelle og har mulighet til å trene på dagtid på grunn av arbeid. På grunn av dette vil disse spillerne få mindre tid til å trene fysiske, taktiske og tekniske ferdigheter. Utholdenhetstrening på dette nivået blir dermed som oftest gjennomført som en del av den vanlige fotballtreningen, og i hovedsak i sesongoppkjøringen eller som egentrening. Det blir i denne perioden lagt vekt på ulike typer intervalltrening og løpetrening. Alt fra korte repeterte sprinter til lengre intervaller og løpeturer. Det gjennomføres et mangfold av treningsmetoder for å forbedre den aerobe

utholdenheten (Stølen et al 2005). Sæterdal(2001) kommer med en rekke eksempler på løpetrening for fotballspillere som blant annet fri løpetrening i skog og mark, løpetrening på bane eller i hall med varierte løpsmåter (forover, bakover, sidelengs, løpe med høye kneløft, opp-spark, hinking og armsving), variasjon av løpetempo ved fartslek. Her blir det anbefalt 15-45 min avhengig av tid til rådighet.

### **Løping uten ball gjennomført som høyintensiv aerob intervalltrening**

I følge Helgerud et al(2001 og 2007) er det ingen treningsmetoder som er like effektive som intervalltrening der arbeidsperiodene gjennomføres som kontinuerlig løping uten ball, med en intensitet som ligger på 90-95 % av  $HF_{maks}$  og som varer fra tre til åtte min separert av to til tre min aktiv pause på 70% av  $HF_{maks}$ .

Helgerud et al (2011) testet 21 elite fotballspillere som har deltatt i Champions League, de trente intervalltrening (4·4 på 90-95% av  $HF_{maks}$ , 3min aktive pauser på 60-70% av  $HF_{maks}$ ) to ganger i uken i åtte uker. De økte  $VO_{2maks}$  med 8,6 % fra 60, 5 til 65,7  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  noe som tilsvarer en fremgang på 0,54 % pr økt. Dette samsvarer også med Bravo et al (2008) som trente 13 sub elite fotballspillere med intervalltrening (4·4 på 90-95% av  $HF_{maks}$  og 3min aktive pauser på 60-70% av  $HF_{maks}$ ) to ganger i uken i åtte uker. De økte  $VO_{2maks}$  med 6,6 %, noe som tilsvarer en fremgang på 0,4 % pr økt. Med et likt treningsprogram (35min pr økt), som ble utført to ganger i uken, økte en norsk eliteseriekubb  $VO_{2maks}$  fra 60 til 66  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  på åtte uker, noe som tilsvarer en fremgang på 0,68% pr økt(Hoff og Helgerud 2004).

Det er også blitt gjennomført intervensjoner med annen type løpetrening. I studie til Helgerud et al (2007) ble 40 moderat trente forsøkspersoner tilfeldig plassert i 1 av 4 treningsgrupper. Langkjøring på 70 % av  $HF_{maks}$ , LT trening på 85 % av  $HF_{maks}$ , 15/15 intervalltrening (15 sekunders løp på 90-95% av  $HF_{maks}$  etterfulgt av 15 sekunders aktiv pause på 70 % av  $HF_{maks}$ ) og 4·4 på 90-95% av  $HF_{maks}$ , 3min aktive pauser på 70% av  $HF_{maks}$ . Alle fire treningsprotokollene hadde likt totalt oksygenforbruk og gjennomførte treningen tre ganger pr uke i åtte uker. 15/15 gruppa økte fra 60,5- 64,4  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (5,5 %) noe som tilsvarer en økning på 0,23% pr økt. 4·4 gruppa økte fra 55,5- 60,4  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (7,2 %) noe som tilsvarer en økning på 0,3 % pr økt. Verken Langkjørings- eller LT gruppen hadde signifikant fremgang, men dette studie er gjennomført på studenter og ikke profesjonelle fotballspillere.

Intervalltrening ved løping blir ofte utført i stigning istedenfor på flatt underlag, siden det er vanskeligere å nå den ønskelige intensiteten (90-95 % av  $HF_{maks}$ ), når det løpes på flatt underlag (Åstrand et al 2003).

### Repeterte sprinter

Bravo et al(2008) har undersøkt effekten av repeterte sprinter for  $VO_{2maks}$ . De sammenlignet effekten av repeterte sprinter og 4·4 min intervalltrening. Sprinttreningen ble gjennomført med seks 40 meters sprinter med maksimal mobilisering i tre sett, med 20 sekunders pause mellom sprintene og tre min pause mellom settene. 4·4 intervallene ble gjennomført på 90-95% av  $HF_{maks}$ , og det var tre min pause mellom intervallene. Etter en treningsperiode på åtte uker med 2 økter i uka var der lik fremgang i  $VO_{2maks}$  på 6 % i begge treningsgruppene. Bravo et al (2008) fant også ut at repeterte sprinter gruppen hadde en betydelig større fremgang på YYIR test level 1(28,1% vs 12,5%). YYIR 1 er en test som ser på evnen til å repetere sprinter på 40 meter med vending etter 20 meter. Det er 10 sekunders pause mellom hver sprint, som leder til en maksimal aktivering av det aerobe systemet (Bangsbo et al 2008). De hevder det var en større forbedring i fotballspesifikk utholdenhet ved å bruke repeterte sprinter. Dette støttes også av Hill-Haas et al (2009) som testet 9 juniorelitespillere på kort sprint(18-35m) intervaller(<90sekunder) i syv uker med en trening i uken. De fikk signifikant fremgang på YYIR1 med 22 %, men ingen fremgang på  $VO_{2maks}$ , 5 og 10m sprint. Sporis et al (2008) har også sett på sprinttrening, men med et annet studiedesign. De testet 24 juniorspillere i sprintdrill trening. Denne treningen inneholdt 3·20m,3·40m,3·60m sprinter med og uten ball og retningsforandringer på 90-95% av  $HF_{maks}$ , med to min pause på 55-65% av  $HF_{maks}$ . Denne treningen ble gjennomført i 13 uker med tre treninger pr uke. Etter endt intervensjon hadde gruppen en fremgang på 5,2 % i  $VO_{2maks}$ , 6% på 200m,4,2% på 400m,7,9% på 800m,6,7% på 1200m,7,3% på 2400m.

Bangsbo et al (2009) viser derimot ingen fremgang i  $VO_{2maks}$ , men en bedring i CR etter et treningsprogram som varte i 6-9 uker med 17 moderat trente mannlige utholdenhetsutøvere som trente 2 -3 sprint økter i uken og den vanlige treningsbelastningen ble i denne perioden redusert med 25%. Hver økt inneholdt 8-12 repeterte 30 sekunders løpsdrag på 95 % av

maksimal fart. Løpsdragene ble gjennomført med tre min passiv pause. Fremgangen i  $C_R$  var på 3%.

### **Dribbleløype**

Utholdenhetstrening kan skape motivasjonsproblemer for fotballspillere når det utføres som vanlig løpetrening ifølge Hoff et al (2002) og Stølen et al (2005). Ideelt burde utholdenhetstrening blant fotballspillere utføres med ball, for at man samtidig skal kunne utvikle tekniske og taktiske ferdigheter som er lik de som benyttes i kamp og dessuten opprettholder spillernes motivasjon (Hoff og Helgerud 2004). Derfor har man sett på mulige treningsmetoder som kombinerer fotballtrening og utholdenhetstrening. Hoff et al (2002) designet en fotball spesifikk dribbleløype for spesifikk intervalltrening. Balldribbling, retningsforandringer og baklengsløp i dribbleløypen skulle erstatte løp i stigning (som ved vanlig intervaller med løping). Reilly (1997) har dessuten vist at å løpe med ball øker energikostnaden med 8 % sammenlignet med bare løping på samme hastighet. I studien til Hoff et al (2002) var formålet å se om bruk av dribbleløype oppfyller kriteriene til effektiv utholdenhetstrening for å forbedre  $VO_{2maks}$ . (90-95% av  $HF_{maks}$  for perioder av 3-5 min arbeid), og om HF i den fotballspesifikke treningen er et valid mål for den faktiske arbeidsintensiteten. Seks godt trente førstedivisjonsspillere deltok i studiet, og spillerne løp i en spesialdesignet dribbleløype. For å finne sammenhengen mellom HF og  $VO_2$  under løp på mølle, ble det brukt laboratorier tester. Det ble gjort korrelasjoner med løp i dribbleløype ved hjelp av en bærbar  $VO_2$  måleenhet. Hovedfunnet i forsøket var at dribbleløypen oppfylte kriteriene til effektiv utholdenhetstrening, hvor utøverne kom opp i 93,5 % av  $HF_{maks}$ , og 91,7% av  $VO_{2maks}$ . McMillan et al (2005) trente 16 junior elite spillere med dribbleløype i en periode på ti uker, med to treninger i uken i tillegg til vanlig fotballtrening. Hver økt inneholdt fire min løp med ball i dribbleløype (på 90-95 % av  $HF_{maks}$ ) i fire intervaller. Mellom hvert intervall var det tre min pause på 70% av  $HF_{maks}$ . Spillerne forbedret sin  $VO_{2maks}$ . fra 63,4 til 69.8  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  eller 183,3 til 201,5  $ml \cdot kg^{-0,75} \cdot min^{-1}$ . I tillegg forbedret de Squat jump og counter movement jump fra 37,7 til 40,3cm og 52,0 til 53,4 cm. Det var ingen forandringer i vekt, C, kraftutvikling eller tid på 10 m sprint.

### Småbanespill brukt som aerob høyintensiv intervalltrening

Hvis fysiske ferdighet som  $VO_{2maks}$  kan forbedres ved og faktisk spille fotball vil dette være en stor fordel med tanke på spesifisitetsprinsippet. Fordeler med utholdenhetstrening ved bruk av småbanespill er at man aktiviserer de muskelgruppene som brukes i kampsituasjoner (Bangsbo 1994, 1998 og 2003), og de tekniske og taktiske ferdighetene blir involvert og trent i situasjoner som kan knyttes til kamp. Denne fotballspesifikke treningen bidrar til en effektiv overgang til konkurransespesifikke situasjoner (kamp) (Williams et al 2003). På grunn av dette er bruken av småbanespill på ulike nivåer stor (Reilly og Gilbourne 2003).

Det er få studier som har sett på effekten av småbanespill som utholdenhetstrening, sammenlignet med tradisjonelle former for utholdenhetstrening. I det første kontrollerte studiet som sammenlignet småbanespill med annen utholdenhetstrening testet Reilly og White (2004) 18 junior elite spillere fra en engelsk toppklubb. Spillerne ble matchet og delt i en intervall- eller småbanespillgruppe. De trente to ganger i uka i en seks ukers periode i sesongen, i tillegg til vanlig trening. Småbanespillet ble organisert som 5 mot 5 i 6-4 min intervaller med tre min aktiv pause på 50-60 % av  $HF_{maks}$ . Intervallgruppa ble trent etter samme prosedyre hvor intervallene skulle ligge på 85-90 % av  $HF_{maks}$ . Gruppene ble testet på ulike fysiologiske parametere og fikk lik fremgang. Basert på disse resultatene har Reilly og White (2004) konkludert med at både småbanespill og intervalltrening gjennomført som ren løping er like effektive for å opprettholde aerob og anaerob kapasitet i sesong på junior elite spillere. Også Impelizzeri et al (2005) har funnet at høyintensivt småbanespill er like effektivt som høyintensiv aerob intervalltrening gjennomført som ren løping for å forbedre  $VO_{2maks}$  etter et 12 ukers treningsperiode. Begge treningsregimene ble gjennomført på juniorelitespillere og forbedret  $VO_{2maks}$  med 7 % i begge treningsgruppene. Aerob intervalltrening ved løping ble forbedret fra 55,6 til 60,2  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  og småbanespill fra 57,7 til 61,8  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ . Disse juniorelitespillerne har en moderat  $VO_{2maks}$  i forhold til juniorelitespillerne i studiet til McMillan et al (2005) som hadde en  $VO_{2maks}$  på 63,4  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  før intervensjonen, og at spillerne i studiet til Impelizzeri et al (2005) kan ha fått fremgang som følge av utgangsnivået i  $VO_{2maks}$  var under 60  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ .

Hoff et al(2002) har funnet ut av småbanespill spilt på en 50-40 meter bane med ventende lags spillere som vegger på alle sidene, kan gi en arbeidsintensitet på 91% av ( $HF_{maks}$ ) blant

norske 1. divisjonsspillere. Denne intensiteten skal være nok til forbedre  $VO_{2maks}$  i følge resultatene til Helgerud et al (2007) som viser at høyintensiv aerob intervalltrening på 90- 95 % av  $HF_{maks}$  forbedrer  $VO_{2maks}$  mest sammenlignet med trening på lavere intensiteter.

I en omfattende trening studie sammenlignet Impellizzeri et al (2006) småbanespill og intervalltrening ved og bruke et parallellmatchet studiedesign hvor 29 junior elite spillere fra to italienske toppklubber, ble tilfeldig delt i småbanespill og intervallgrupper. Det var et 12 ukers treningsintervensjon med fire uker i oppkjøringssesongen og åtte uker i sesongen to ganger i uken. Intervallgruppen kjørte 4·4 på 90-95 % av  $HF_{maks}$  og tre min pause på 60-70 % av  $HF_{maks}$ , småbanespilltreningen involverte flere typer småbanespill: 3 mot 3, 4 mot 4 og 5 mot 5 spillere, både tid og intensitet ble matchet mellom gruppene. Impellizzeri et al (2006) fant ingen forskjell i intensitet og treningsbelastning, mens unntaket var tid > 95 % av  $HF_{maks}$ , hvor småbanespillgruppa lå 30 sekunder lengre pr økt i denne sonen. Fysiske testresultater viste en lik forbedring i intervall- og småbanespillgruppene når det gjaldt  $VO_{2peak}$  (8 % og 7%), LT (13% og 11 %) og  $C_R$  (3% for begge gruppene) etter tolv ukers trening.

Tidligere treningsstudier som sammenligner småbanespill og intervalltrening har vist godt studiedesign og høy validitet. Likevel er det visse aspekter på treningsfeltet ved disse studiene som sjelden forekommer. For eksempel er det vanskelig i praksis og systematisk manipulere småbanespill i det formål å bedre den fysiske kapasiteten. Hill-Haas et al (2009) undersøkte dette problemet på 25 junior elite spillere. De ble delt ved å bruke et parallellmatchet gruppe studiedesign hvor halvparten skulle ha trenerledet småbanespill og andre halvparten skulle ha styrke og kortintervallsprogram. Dette var et syv ukers treningsprogram i oppkjøringsperioden. Småbanespillet gikk fra 2 mot 2 til 7 mot 7 spillere. Hovedforskjellen fra lignende studier er bruken av en erfaren trener, noe som økte den eksterne validiteten ved treningsprogrammet. Hovedfunnene i studiet var at både trenerstyrt småbanespill og kortintervallprogrammet forbedret YYIR1 resultatene signifikant, men ikke  $VO_{2maks}$ . Ingen andre funn ble gjort mellom gruppene. Det er dermed nærliggende å tro at det i første rekke er C som er forbedret.

Selv om høyintensivt småbanespill er en veldig fotballspesifikk måte å trene utholdenhet på blant fotballspillere, kan det være et problem at den inneholder mange start og stoppbevegelser. Med så mange start og stopp bevegelser kan en prosentvis  $HF_{maks}$  være høyere enn den tilsvarende prosenten av  $VO_{2maks}$ . Hvis dette er tilfelle kan  $HF$  overestimere

arbeidsintensitet under høyintensiv aerob småbanespill. Et annet problem med høyintensiv småbanespill kan være at arbeidsintensiteten alltid er begrenset av den gjennomsnittlige  $VO_{2maks}$  blant de deltagende spillerne. Dette blir støttet av resultatene til Rampinini et al (2007) som viser at den gjennomsnittlige distansen og antall høyintensitets involveringer i løpet av kamp synker mot dårligere motstand. Disse to problemene tatt i betraktning kan det være forskjellige plataer avhengig av  $VO_{2maks}$  nivået og nivået på de tekniske ferdighetene for å få en forbedring i  $VO_{2maks}$  ved bruk av høyintensivt småbanespill som aerob utholdenhetstrening. Hoff og Helgerud (2004) antyder at det kan forekomme et tak for å forbedre  $VO_{2maks}$  ved bruk av høyintensivt småbanespill på ca  $65 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  for elite fotballspillere. Kan det finnes ulike tak avhengig av utgangsnivå på  $VO_{2maks}$ .

## **Problemstilling**

Hovedformålet med dette intervensjonsstudiet er å undersøke effekten av småbanespill på  $VO_{2maks}$  med spillere på samme lag med forskjellig pre verdier på  $VO_{2maks}$  for å kunne indentifisere en mulig takeffekt. Svarene på dette ville kunne indikere om småbanespill er en effektiv måte å forbedre utholdenheten på blant fotballspillere på 2 og 3 divisjonsnivå.

## Metode

### Testpersoner

14 mannlige fotballspillere (N=14) fra to klubber på 2. og 3. divisjonsnivå fullførte et åtte ukers intervall treningsprogram organisert som smålagspill. Det var 29 spillere som startet intervensjonen, og 15 som falt fra underveis, noe som skyldes ulike grunner. Noen av spillerne byttet klubb, skader, ferie, sykdom og jobb. Spillernes fysiske karakteristika er presentert i tabell 1. Deltakerne i studien var ikke profesjonelle fotballspillere, og trente gjennomsnittlig fire treningsøkter i uka pluss kamp. Alle forsøkspersonene måtte skrive under på to skjemaer som er godkjent av regional etisk komite, et samtykkeskjema og et skjema om den generelle helsen.

**Tabell 1. Karakteristika av spillerne (n = 14)**

Alder (år)	20.3±5.4
Kroppsvekt (kg)	74.3±8.9
VO <sub>2maks</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	60.7±5.4

Verdiene er vist i ± standard avvik. Kg, kilogram.

VO<sub>2maks</sub> maksimalt oksygen opptak. MI, milliliter. Min, minutter.



**Tabell 2: Oversikt over treningen som ble gjort før intervensjonsstudiet pr. uke**

	2. Divisjonslag	3. Divisjonslag
Oppvarming	50 min	40 min uten ball
Uttøyning	10 min	0 min
Utholdenhetstrening	50 min	90 min
Småbanespill	100 min	80/120 min
Teknikk trening	50 min	60/80 min
Styrke trening	60 min	Egentrening(ca 120 min)
Kamp	90 min	90/0 min
Organisering(taktikk)	40 min	0/30 min
Totalt	450 min + egentrening	360 min + egentrening

/ viser treningsmengde med og uten kamp

Alle spillerne ble testet for  $VO_{2maks}$  før og etter en åtte ukers treningsintervensjon. Etter intervensjonsperioden ble spillerne delt inn i to grupper, basert på deres  $VO_{2maks}$  målinger fra før treningsintervensjonen (pretest). En gruppe (N=6) inneholdt spillere med en  $VO_{2maks}$  lavere enn  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , den andre gruppen (N=8) inneholdt spillere med  $VO_{2maks}$  høyere enn  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Det var viktig og ikke dele disse gruppene før intervensjonen var ferdig, for å kunne identifisere en mulig takeffekt som representerte gjennomsnittsnivået for hele gruppen.

## Testprotokoll

### $VO_{2maks}$

Spillerne startet oppvarmingen på rolig intensitet (ca.  $7-8 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ ) i 5-10 min på en Woodway PPS 55sport (Tyskland) tredemølle kalibrert for motbakke og hastighet. Deretter økte de intensiteten gradvis til  $14-16 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$  og var klare for test etter 20 min oppvarming.

Oppvarmingen ble gjennomført med 5,2 % stigning. Testen startet på 9 km/t og økte med 0,5 km/t hvert 30 sekund til frivillig utmattelse, noe som i gjennomsnitt tok 6-7 min. Hele testen ble gjennomført med 5,2 % ( $3^\circ$ ) stigning på tredemøllen i henhold til standard protokoll (Åstrand et al 2003). Det ble gjennomført målinger hvert 20 sekund og gjennomsnittet av de to høyeste gav  $VO_{2maks}$ . Målingen av oksygenopptaket ble gjort med målesystemet Sensor Medics Vmax Spectra (Sensor Medics 229 California, USA). Dette målesystemet har i følge leverandøren en feilmargin på 3%.

Kriterier for nådd  $VO_{2maks}$ :  $R \geq 1.05$ ,  $HF_{peak} \geq 98\%$  av  $HF_{maks}$  (ikke kjent for alle testpersoner), en avflatning av  $VO_2$  kurven eller frivillig utmattelse. Alle spillerne ble oppfordret til frivillig utmattelse for å komme nærmest mulig  $HF_{maks}$  for utregning av intensitets soner.

### Laktatnivå

Etter fullført  $VO_{2maks}$  test ble spillerne (N=14) testet for laktat med laktat analysatoren Arcray Lactate Pro LT-1710 (helblod)(Arcray Inc. Kyoto, Japan). Det ble gjennomført laktatmålinger for å sikre at  $VO_{2maks}$  var nådd sammen med en av flatning av  $VO_2$  kurven, og for sammen med HF å gi en indikasjon på om intensiteten var lik under både pre- og post test.

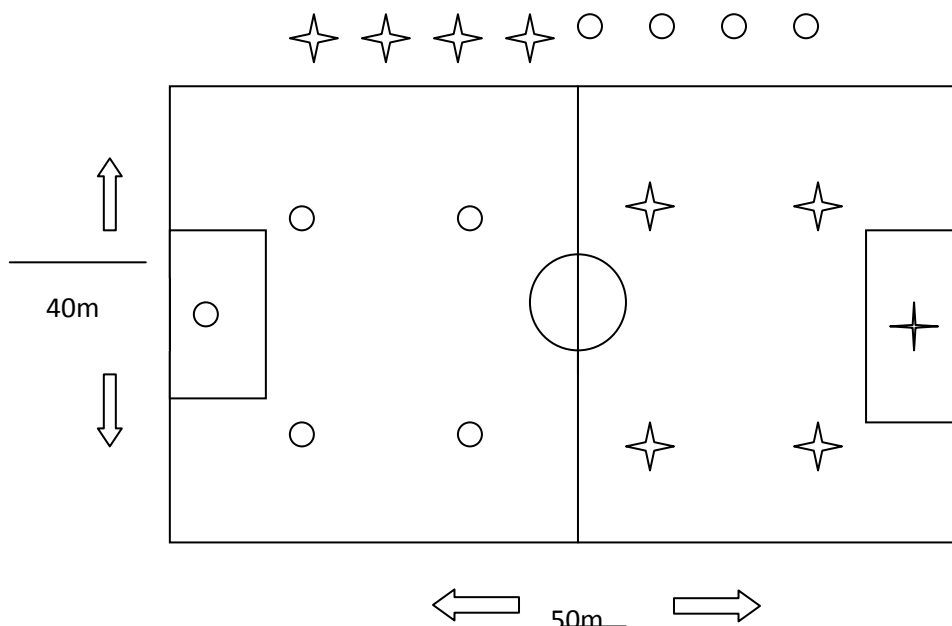
### $HF_{maks}$

Etter fullført  $VO_{2maks}$  test ble HF målt med Polar S610 (Polar, Finland). HF pluss tre pulsslag ble satt som makspuls. De tre ekstra pulsslagene baserer seg på Åstrand et al (2003 s 168) som viser at ved maksimalt arbeid er SD på  $\pm 3$  slag pr min. Ut ifra disse pulsmålingene ble hver persons pulssoner regnet ut.

## Treningsprotokoll

Intervensjonsstudiet varte i åtte uker med to intervalløkter per uke som ble en del av den vanlige treningen. Treningsøkten ble gjennomført som smålagsspill med fire utespillere pluss keeper på hvert lag. Banestørrelsen var 50 meter lang og 40 meter bred.

**Figur 1. Banen brukt til småbanespill**



Småbanespill fire mot fire pluss keepere. Det ble plassert mange baller i hvert mål for å unngå stopp i spillet. De to lagene som hadde pause hjalp til med å samle ballene i målene. Kampene ble gjennomført med vanlige regler minus dødballsituasjoner (her startet keeperen med ballen).

Det ble spilt med vanlige fotballregler med unntak av dødballer, hvor keeper begynte med ballen istedenfor frispark. Spilløktene ble gjennomført med fire lag hvor av to av lagene løp på 70% av  $HF_{maks}$  i pausene. I en prøveøkt før intervensjonen startet fikk spillerne prøve denne småbanespillformen, med vegger i pausene. Veggene ble for lite involvert og spillerne hadde liten plass å bevege seg på, dette medførte at pulsen sank under 70% av  $HF_{maks}$  i pausene. Vi valgte derfor å la spillerne løpe i pausene for å opprettholde intensiteten. Spilløkten varte i fire min og fire min pause. Spillerne gjennomførte øktene med pulsklokker og pulsen etter hvert intervall ble skrevet ned. I hvert intervall skulle pulsen ligge mellom 90-95 % av  $HF_{maks}$ , mens i pausene skulle ikke pulsen under 70% av  $HF_{maks}$ , basert på studier av høyintensiv intervall trening (Helgerud et al 2001 og 2011) Det ble også foretatt stikkprøver

underveis i intervallene for å sjekke at pulsen var over 90% av  $HF_{maks}$ , for å ha mulighet til å justere intensiteten underveis.

**Tabell 3: Oversikt over treningen som ble gjort i intervensjonsperioden pr. uke**

	2. Divisjonslag	3. Divisjonslag
Oppvarming	50 min	40 min uten ball
Uttøyning	10 min	0 min
Utholdenhetstrening	0 min*	0* min
Småbanespill	60 min	60 min
Teknikk trening	80 min	100 min
Styrke trening	60 min	Egentrening(ca 120 min)
Kamp	90 min	90 min
Organisering(taktikk)	100 min	70 min
Totalt	450 min	360 + egentrening

\* Småbanespill kjørt som utholdenhetstrening.

Inklusjonskriterier for studien var at antall gjennomførte treningsøkter måtte være over 75 % (minimum 12 av 16 treningsøkter), eksklusjonskriterier var skader, sykdom, høyintensiv aerob intervalltrening på egentreningen.

### Skalering for kroppsvekt

Resultatene er skalert for kroppsvekt siden man ved å uttrykke  $VO_{2maks}$  som  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  overestimerer  $VO_{2maks}$  hos lette spillere og underestimerer tyngre spillere. Når man sammenligner  $VO_{2maks}$  mellom spillere med ulik kroppsvekt burde  $VO_2$  uttrykkes som  $ml \cdot kg^{-0,75} \cdot min^{-1}$  (Helgerud 1994).

## Statistikk

QQ-plot ble brukt for å sjekke at materialet var normalfordelt. Imidlertid må det bemerkes at gruppestørrelsen på Lav-gruppen (N=6) er i minste laget for å kunne teste normalitet. Alle resultater ble presentert som gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik (SD). Paret student T-test ble brukt for å se forskjell fra pre- til post- test innad i hver gruppe. Uparet student T- test ble brukt for å se på forskjellen i framgang mellom gruppene.  $P < 0.05$  ble sett på som statistisk signifikant.

Hypotesetesting med parrede og uparrede T-tester (Exel 2010, Microsoft Windows Vista).

## Resultater

Fotballspillerne gjennomførte i snitt 87 % av intervensjonstreningøktene. Gjennomsnittlig HF var 94 % av  $HF_{maks}$  og med individuelle forskjeller fra 91 – 97 % av  $HF_{maks}$ . Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene i forhold til deltakelse og intensitet i intervensjonstreningøktene (tabell 4).

**Tabell 4: Intervensjonstreningen (n = 14)**

	<b>Lav <math>VO_{2maks}</math> gruppen</b> (n=6)	<b>Høy <math>VO_{2maks}</math> gruppen</b> (n=8)
Antall småbanespill økter	13.7 $\pm$ 1.2	14.2 $\pm$ 1
Antall gjennomførte økter i %	85.6	88.1
$HF_{trening}$ (slag $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	176.2 $\pm$ 6.7	184.5 $\pm$ 4.6
$HF_{trening}$ (% $HF_{peak}$ )	93.0 $\pm$ 2.3	94.2 $\pm$ 2.4

Verdiene er presentert  $I \pm$  standard avvik, antall gjennomførte treninger med småbanespill, prosentvis deltagelse i småbanespilløktene og den relative (%) treningsintensiteten målt i hjerteslag etter ca 2 min i hver 4 mintters arbeidsperiode. HF, hjerterefrekvens. Min, minutter.

Gruppen med over 60 ml $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup> (Høy) forandret ikke  $VO_{2maks}$  fra pre til post test.  $VO_{2maks}$  i gruppen under 60 ml $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup> (Lav) forbedret seg i snitt med 6 %. Forskjellen mellom gruppene var signifikant ( $p < 0.05$ ).

Tabell 5. Resultater fra pre til post test

	Lav VO <sub>2maks</sub> gruppe (n=6)				Høy VO <sub>2maks</sub> gruppe (n=8)			
	Pre	Post	Δ	CV(%)	Pre	Post	Δ	CV(%)
Vekt (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 <sub>2maks</sub> (L·min <sup>-1</sup> )	4.22±0.43	4.49±0.39	0.27* <sup>#</sup>	3.9	4.44±0.62	4.43±0.69	-0.01	2.5
VO <sub>2maks</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	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 <sub>2maks</sub> (ml·kg <sup>-0.75</sup> ·min <sup>-1</sup> )	160.8±19.7	170.6±18.2	9.8* <sup>#</sup>	3.9	184.2±6.1	183.5±13.5	-0.7	3.1
HF <sub>maks</sub> (slag·min <sup>-1</sup> )	189±3	186±5	-4	2.8	194±8	193±6	-2	1.2
[La <sup>-</sup> ] <sub>b</sub>	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 (CV).

VO<sub>2maks</sub>, maksimalt oksygen opptak. L, liter. Kg, kilogram. ml, milliliter. HF<sub>maks</sub> høyeste hjertefrekvens målt under VO<sub>2maks</sub>-testen +tre slag. Min, minutter.

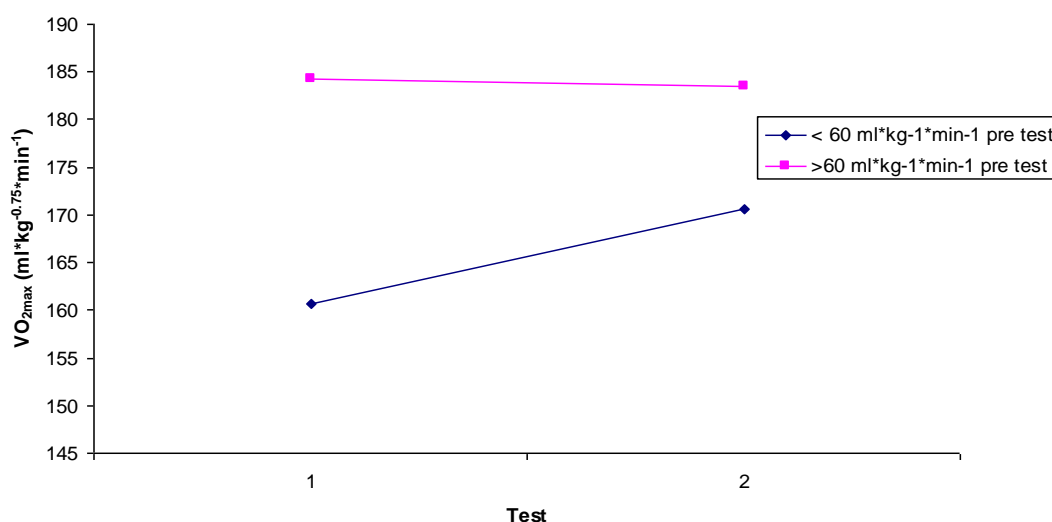
[La<sup>-</sup>]<sub>b</sub>, blod laktat konsentrasjonen umiddelbart etter VO<sub>2maks</sub> test.

\*p<0.05 forskjell fra pre test verdier.

<sup>#</sup>p<0.05 forskjell fra høy VO<sub>2maks</sub> gruppen.

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i  $[La^-]_b$  eller i  $HF_{peak}$  fra pre- til posttest i hverken Høy- eller Lav-gruppen.

**Figur 2: Endring i  $VO_{2maks}$  (SD) fra pre til post**



Endring i  $VO_{2maks}$  (SD) fra pre til post test skalert for kroppsvekt opphøyet i 0.75. Blå linje viser Lavgruppen, mens rød linje viser Høygruppen.

## Diskusjon

Hovedfunnene i dette studiet er at etter 8 uker med småbanespill som høyintensiv aerob intervalltrening forbedret Lav-gruppen sin  $VO_{2maks}$  med 6%, mens Høy-gruppen ikke hadde noen signifikant forbedring i  $VO_{2maks}$ . Det ble heller ikke funnet signifikante forskjeller i  $[La^-]_b$  eller i  $HF_{peak}$  fra pre- til posttest i hverken Høy- eller Lav-gruppen noe som indikerer at framgangen i LAV-gruppen ikke skyldes at spillerne tok seg mer ut på posttest enn på pretest.

## Treningsintensiteten

Prosenten av  $HF_{maks}$  som ble nådd i løpet av intervensjonstreningene var bemerkelsesverdig høy, og godt over gjennomsnittet på 91% av  $HF_{maks}$  rapportert av Hoff et al (2002). Det er tre mulig grunner til dette. Den første er at treningsintensiteten faktisk var så høy, men dette stemmer lite overens med at høygruppen ikke fikk noen fremgang i  $VO_{2maks}$ . Den andre muligheten er en undervurdering av  $HF_{maks}$  selv om  $VO_{2maks}$  testen ble gjennomført til frivillig

utmattelse for å oppnå  $HF_{maks}$ . Likevel kan vi ikke se bort ifra muligheten for en mulig underestimert av  $HF_{maks}$ . Den tredje muligheten er forslaget om at gjentatte start og stopp bevegelser overestimerer den prosentvise  $HF_{maks}$  sammenlignet med den tilsvarende prosentvise  $VO_{2maks}$ . Hvis dette er tilfelle kan HF ha overestimert arbeidsintensiteten i småbanespill som intervalltrening.  $VO_{2maks}$  ble ikke målt under treningene, da dette er svært vanskelig å gjennomføre i praksis.

Intervensjonsstudiets design var i henhold til Hoff et al (2002) sitt studie for å sikre HF over 90% av  $HF_{maks}$ . Dette studiet ble gjort på 1.divisjonsspillere, banestørrelsene kan derfor ha vært for stor eller for liten for spillere i 2. og 3. divisjon? Målinger av intensiteten tyder ikke på dette og samsvarer med Rampinini et al (2007) som så at prosenten av  $HF_{maks}$  var større på stor bane enn på liten eller medium bane blant elite spillere. Er dette optimalt i forhold til det fotballspesifikke ferdighetsnivået som spillere i 2. og 3. divisjon har?

### **$VO_{2maks}$**

Lav gruppa gjennomførte 86% av de planlagte 16 småbanespill øktene og hadde en gjennomsnittlig fremgang i  $VO_{2maks}$  på 0,44 % pr økt. Dette samsvarer med tidligere studier som er gjennomført på fotballspillere som har brukt høyintensiv aerob intervalltrening ved løp. Som for eksempel 0,53% pr økt for verdensklasse spillere (Helgerud et al 2011) og 0,67% pr økt blant junior elite spillere i Norge (Helgerud et al 2001). Dette samsvarer også med tidligere intervensjoner som har benyttet seg av dribbeløypen på unge fotballspillere som forbedret  $VO_{2maks}$  med 0,44% pr økt (McMillan et al 2005). Impezzeri et al (2005) hadde en fremgang på 0,30% i  $VO_{2maks}$  pr økt blant junior elite fotballspillere etter og ha benyttet seg av småbanespill som intervalltrening. Dette samsvarer også med funnene i dette studiet.

Høygruppen hadde ingen signifikant forandring i  $VO_{2maks}$  fra pre- til posttest i dette studiet. En mulig årsak til dette kan være et de som ble delt inn i høygruppen hadde en relativt lavere intensitet underveis i småbanespillet. Dette støttes av Buchheit et al (2009) som rapporterer at spillere med høyeste  $VO_{2maks}$  fremkalte den laveste prosenten av  $VO_{2maks}$  underveis i småbanespilltreningen. Hill-Haas et al (2011) rapporterer derimot om en svak men signifikant korrelasjon mellom det fysiske nivået og treningsintensiteten under småbanespill, og foreslår derfor at spillere på høyt fysisk nivå trener med høyere intensitet i småbanespill. Imidlertid må det her skilles mellom relativ og faktisk intensitet. Det er ikke overraskende at



de med høyest aerob utholdenhetskapasitet kan holde en høyere faktisk intensitet gjennom spill. Det trenger ikke nødvendigvis bety at de holder en høyere relativ intensitet (altså i prosent av egen  $VO_{2maks}$ ) enn spillere med lavere aerob utholdenhetskapasitet. Høygruppen var på et høyere nivå i henhold til  $VO_{2maks}$  fra pretesten enn lavgruppen.

### **Høy/lav inndeling**

Inndeling i Høy og Lav ble imidlertid gjort etter at intervensjonen var gjennomført, nettopp fordi det skulle bli naturlig delt, så 2 divisjons spillerne spilte sammen og 3 divisjons spillerne spilte sammen. Det ble tilfeldig hvilke spillere som spilte mot hverandre, ikke bare spillere fra Høy eller Lavgruppen som var på lag. Denne inndelingen er også slik som de to klubbene ville ha gjennomført småbanespilløktene dersom dette ikke hadde vært et forskningsprosjekt. For eksempel ønsker trenere og samkjøre ulike lagdeler/posisjoner i småbanespill øktene for å trene relasjonelle ferdigheter. Om inndelingen hadde skjedd etter pre-test kunne høygruppen spilt mot hverandre og lavgruppen mot hverandre. Dette kunne ført til at høygruppen hadde presset hverandre hardere, mens lavgruppen kunne hatt motsatt effekt ved å spille mot spillere på samme nivå. Dette kunne ført til en fremgang i høygruppen, begge gruppene, ingen av gruppene eller fortsatt bare fremgang i lavgruppen med tanke på en mulig takeffekt for spillere over  $60 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

### **Takeffekt**

Intensiteten underveis i småbanespillet bør logisk sett blitt begrenset av de med lavest  $VO_{2maks}$ , men det var likevel ingen forskjell i intensitet målt som HF mellom de to gruppene i intervensjonstreningen. Muligheten for en underestimering av  $HF_{maks}$  er diskutert ovenfor og det er ingen grunn til å tro at  $HF_{maks}$  er underestimert mer i høy- enn i lavgruppen. Hvis gjentatte start og stopp bevegelser har overestimert den prosentvise  $HF_{maks}$  sammenlignet med den tilsvarende prosentvise  $VO_{2maks}$  kan HF ha overestimert arbeidsintensiteten underveis i småbanespillet mer i høygruppen enn i lavgruppen, men vi har ingen data som kan støtte dette forslaget. Forslaget om at gjentatte start og stopp bevegelser overestimerer den prosentvise  $HF_{maks}$  sammenlignet med den tilsvarende prosentvise  $VO_{2maks}$  støttes gjennom Hoff og Helgerud (2004) sine argumenter for at den optimale aerobe adaptasjonen bare er mulig om MV forblir forhøyet i lengre perioder under fotballtreningen, og at treningsintensiteten er over 90 % av  $HF_{maks}$ . Siden småbanespill inneholder flere start og stoppbevegelser enn

intervalltrening gjennomført som ren løping, har det blitt foreslått at den kontinuerlige re-settingen av muskel-vene-pumpen vil kompromittere den venøse tilbakestrømningen av blod fra underekstremiteter til hjertet, og dermed hindre at et vedvarende høyt SV oppnås (Hoff og Helgerud 2004). Hvis dette er tilfelle kan en mulig takeffekt være en medvirkende årsak til den manglende fremgang på  $VO_{2maks}$  i høygruppen.

Dess høyere  $VO_{2maks}$  spillerne har fra før jo større MV kreves under trening for å stimulere til ytterligere forbedring av  $VO_{2maks}$ . Dette samsvarer med studiet til Rognum et al (2004) sammenlignet effekten av høyintensiv aerob trening (80-90% av  $VO_{2peak}$ ) mot moderat treningsintensitet (50-60 % av  $VO_{2peak}$ ) på en gruppe med hjerte og karsykdommer. Etter en ti ukers lag treningsperiode med tre treninger i uken økte  $VO_{2peak}$  i høygruppen med 17,9 %, mens den økte med 7,9 % i moderat gruppen. Dette viser at selv trening på moderat intensitet kan øke utholdenheten om utgangspunktet er lavt nok. Dette kan være en av årsakene til at Lavgruppen i vår studie har fått en fremgang. Middels- og godt trente derimot har ikke fått framgang på slike lave intensiteter. Helgerud et al (2007) viser at trening på 70% av  $HF_{maks}$  på moderat trente studenter ( $55,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) ikke gir noen fremgang i  $VO_{2maks}$  etter åtte ukers trening med tre økter pr uke. Dette samsvarer med resultatene i vår studie på høygruppen som ikke fikk noen signifikant fremgang i  $VO_{2maks}$  etter åtte ukers småbanespill som intervalltrening. Likevel hadde høygruppen en gjennomsnittlig HF på 94,2 % under treningsperioden som i følge Helgerud et al (2007) er høyt nok til å bedre  $VO_{2maks}$ .

## **Styrker og svakheter med studien**

### **Styrker**

En av styrkene med intervensjonen var studiedesignet, som ved å integrere to småbanespilløkter i den vanlige fotballtreningen gjorde det lettere for fotballklubbene og tilpasse seg den nye treningen. Intervensjonen ble gjennomført med ball i oppkjøringsperioden, dette gjorde at spillerne var motiverte for treningen. Studiet ble gjennomført med tett oppfølging av spillere med representanter fra studiet på alle småbanespilløktene. Representantene og trenerne var engasjerte og prøvde å motivere spillere til maksimal innsats gjennom hele intervensjonsperioden. Dette samsvarer med Rampinini et al (2007) som fant flere måter å manipulere intensiteten i småbanespill, blant annet med trenerengasjement. Det ble målt puls etter hvert intervall og stikkprøver underveis

i småspilløktene som gir en indikasjon på treningsintensiteten. I pausene ble veggene fjernet for å opprettholde intensiteten (70% av  $HF_{maks}$ ), i motsetning til Hoff et al (2002) som viser at 1.divisjonsspillerne opprettholdt intensiteten i pausene ved å være vegger. Dette kan indikere at spillerne må ha et høyere fotballteknisk og taktisk nivå for å involvere veggene i større grad. Dette var vellykket med tanke på intensiteten spillerne hadde underveis i småbanespilløktene.

Ved å vente med å dele gruppen inn i lav/høy gruppen ble det tilfeldig hvilke spillere som spilte mot hverandre, slik trenere ville gjort om det ikke var et intervensjonsstudiet. Dette gjorde det mulig for spillerne å trene relasjonelle ferdigheter i småbanespilløktene.

Studiet viser at intervensjonstreningen fungerer godt for spillere under  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Dette er veldig bra siden det er utholdenhetstrening som er integrert i den vanlige trening og er veldig fotballspesifikk og man får trent tekniske og taktiske ferdigheter i utholdenhetstreningen.

Ved å kartlegge treningen før og under intervensjonen, er det ingen indikasjoner på at spillerne har trent annen type utholdenhetstrening i perioden, verken med klubb eller på egentrening, som vist i tabell 3. Dette viser at det ikke er annen type utholdenhetstrening, som har ført til fremgangen i Lav gruppen.

### **Svakheter**

En svakhet med intervensjonsstudiet er at det var få forsøkspersoner med i studiet, spesielt i lavgruppen. Om det hadde vært flere spillere med i forsøket kunne den statistiske poweren vært større og det var et stort frafall (51,7%) fra intervensjonen. Det var ulike årsaker til det store frafallet, alt fra overganger, skader, sykdom, ferie, jobb og eksklusjonskriteriene ble overskredet. Vi har ikke noen dokumentert skaderapport fra intervensjonen, men tre av spillerne byttet klubb, en var på lengre reise, fire var mye borte med jobb og skole, to ble borte med sykdom og fem ble skadet. Skadene spillerne fikk var overtråkk og strekk (lysk/bakside). Noen av skadene er det nærliggende å tro er på grunn av belastningen ved å spille mye småbanespill. Kontroll av intensiteten kunne vært analysert ved hjelp av andre målinger i tillegg til pulsmålingene. For å sikre intensiteten på småbanespilløktene kunne man brukt Borgs skala eller laktat målinger etter hver økt. Ved å bruke Borgs skala kunne man fått et innblikk i hvordan spillerne opplevde intensiteten i hver småbanespilløkt. Laktat

målingene kunne blitt bruk for å sikre at intensiteten var høy nok. Grunnen til at disse parameterne ikke ble benyttet var på grunn av tid og ressurser som var tilgjengelig.

Det ble ikke funnet noen signifikant fremgang i høy gruppen på  $VO_{2maks}$ , mens lavgruppen fikk en lavere fremgang (4 %) enn tilsvarende studier på småbanespill og løping som intervalltrening. (7,1 % fremgang i  $VO_{2maks}$  Impellizzeri et al 2006, 10,8 % fremgang i  $VO_{2maks}$  Helgerud et al 2001). Utholdenheten kan likevel ha økt gjennom bedret arbeidsøkonomi i fotball, McMillan et al (2005) fant ikke noen fremgang på løpsøkonomi etter ti uker med dribbeløype som intervalltrening, men den fotballspesifikke arbeidsøkonomien kan likevel ha bedret seg. Dette kan også være tilfelle i vårt studie, men dette lar seg dessverre ikke måle. Studie kunne brukt videoanalyse før og etter perioden for å se eventuelle forbedringer i spill. Dette ble dessverre for omfattende for dette studiet og lot seg ikke gjennomføre. Studiet kunne benyttet seg av andre tester for å få en indikasjon på om den fotballspesifikke utholdenheten bedret seg. Hill-Haas et al (2009) brukte YYIR 1 for å måle fremgangen etter syv uker med småbanespill, de fant en fremgang på 17%. Ved å bruke en slik test i tillegg til  $VO_{2maks}$  kunne man sett et tydeligere blide på en eventuell fremgang i fotballutholdenhet siden YYIR 1 testen inneholder start/stoppbevegelser og vendinger som er fotballspesifikke bevegelser.

## Praktiske implikasjoner

Basert på resultatene fra dette studiet og fra Hoff et al (2002), ser det ut til å være en platå effekt ved bruk av høyintensivt småbanespill ved intervalltrening som aerob utholdenhetstrening for fotballspillere. Vi foreslår at taket er basert på ferdighetsnivå som da er avhengig av tekniske og taktiske ferdigheter og gjennomsnittlig  $VO_{2maks}$  blant deltakende spillerne. Våre resultater indikerer et tak på treningseffekten på  $VO_{2maks}$  fra høyintensivt småbanespill på ca  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , eller ca  $175 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-0,75}\cdot\text{min}^{-1}$  blant spillere i norsk 2. og 3. divisjon. Spillere som har under gjennomsnittlig  $VO_{2maks}$  i forhold til det nivået de spiller på kan forbedre deres  $VO_{2maks}$  fra høyintensivt småbanespill. Problemet med dette er at de kan være nødt til å spille mot spillere med en  $VO_{2maks}$  over gjennomsnittet for å forbedre sin  $VO_{2maks}$ , mens spillere på en gjennomsnittlig  $VO_{2maks}$  eller høyere sannsynligvis ikke vil bedre sin  $VO_{2maks}$  fra høyintensivt småbanespill. Dette støttes av Rampinini et al (2007) som har funnet at gjennomsnittlige distansen og antall høyintensitets involveringer i løpet av kamp

synker mot dårligere motstand. En sikrere måte på å forbedre sin  $VO_{2maks}$  er å bruke høyintensiv intervalltrening ved løping (Helgerud et al 2001, Helgerud et al 2011) eller dribbeløypa (McMillan et al 2005).

Studiet er gjort på 2. og 3 divisjonsspillere og kan si noe om hvordan spillere på dette nivået responderer på småbanespill som intervalltrening. Resultatene kan ikke generaliseres til andre nivåer, men andre studier (Reilly og White 2004 og Impellizzeri et al 2005) er gjort på junior elite spillere som har vist fremgang.

Studiet viser at det kan være effektivt å trene utholdenheten med småbanespill som intervalltrening opp til ca  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Det er også nærliggende å tro at man vil få andre fotballspesifikke gevinster som økte tekniske og taktiske ferdigheter ved denne typen trening, denne effekten vil også de over ca  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  få. Derfor vil studie anbefale alle spillere under ca  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  å trene utholdenhet med denne type trening, siden det vil gi en effekt på det fysiske og sannsynligvis på fotballspesifikke ferdigheter. I tillegg til at de under ca  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  vil få en utholdenhets effekt av denne type treningen vil samtidig spillere over ca  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  opprettholde utholdenheten. Det at spillere kan opprettholde utholdenhet med småbanespill som intervalltrening gjør at denne type trening kan brukes i sesong hvor formålet ikke nødvendigvis er å øke, men å vedlikeholde den utholdenheten man allerede har.

Trenerens rolle i småbanespill som intervalltrening bør tas i betraktning ved bruk av denne type trening. Studier har vist at trenerens engasjement og motivering underveis i økten har mye å si for intensiteten og nivået på spillet (Hill-Haas et al 2011 og Rampinini et al 2007). Derfor vil studiet anbefale trenere å være beviste i sin rolle som motivator for å oppnå ønsket effekt.

Treneren har også andre muligheter til å manipulere intensiteten i småbanespill. For eksempel gjennom flere spillere, andre regler og større eller mindre bane (Hill-Haas et al 2011). Designet som er valgt i dette studiet vil være gunstig for å oppnå riktig intensitetssoner for å bedre utholdenheten, dette samsvarer med studiet til Hoff et al (2002).

## Konklusjon

Hovedfunnene i dette studiet er at etter åtte uker med småbanespill som høyintensiv aerob intervalltrening forbedret Lav-gruppen sin  $VO_{2maks}$  med 6 %, mens Høy-gruppen ikke hadde noen signifikant forbedring i  $VO_{2maks}$ . Siden Høygruppen ikke fikk fremgang er det nærliggende å tro en takeffekt vil ligge på rundt  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for spillere i 2. og 3. divisjon. Småbanespill som utholdenhetstrening er effektivt for spillere under  $60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , for spillere over dette nivået anbefales annen type utholdenhetstrening for å bedre  $VO_{2maks}$ .

## Litteraturliste

Ali A og Farrally M A. Computer-video aided time-motion analysis technique for match analysis. *J Sports Med Phys Fitness* 1991; 31: 82-8

Bangsbo J. The Physiology of soccer- with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand* 1994; 151: S 619

Bangsbo J. *Fitness Training in Football*. Bagsværd: HO+Storm 1994

Bangsbo J. Optimal preparation for the World Cup in Soccer. *Clin Sports Med* 1998; 17:697-709, vi

Bangsbo J. Physiology of training. In: Reilly T, Williams A M (eks). *Science and Soccer*. London, UK: Routledge, 2003:47-58.

Bangsbo J, Gunnarsson T P, Wendell J, Nybo L og Thomassen M. Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump  $\alpha_2$ - subunit expression as well short – and long- term work capacity in humans. *J Appl Physiol* 2009; 107:1771-1780.

Bangsbo J, Laia F M, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med* 2008; 38 (1):37-51.

Bangsbo J, Nørregaard L og Thorsøe F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 1991; 16: 110-116

Bassett D R, og Howley E T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2000;32, 70-84.

Beneke R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold and maximal lactate steady-state in rowing. *Med Sci Sports Exerc.* 1995

Beneke R, Hutler M, Leithauser R M. Maximal lactate-steady-state independent of performance. *Medicine and science in sports and exercise*, American college of sports medicine 2000

Bloomfield J, Polman R, O` Donoghue. Physical demands of different positions in FA premier League soccer. *J Sports Sci Med.* 2007;6(1): 63-70

Bradley P, Sheldon W, Wooster B, Olsen P, Boanas P og Krstrup P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci.* 2009;27 (2):159-168

Bravo F D, Impellizzeri F M, Rampinini E, Castagna C, Bishop D og Wisløff U: Sprint vs. interval training in football. *Int J sports Med* 2008; 29(8): 668-674

Buchheit M, Laursen P, Kuhnle J. et al. Game-based training in young elite handball plyers. *Int J Sports Med* 2009; 30:251-8.

Davis J A, Brewer J, & Atkin D. Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 1992;10, 541-547.

Di Salvo V, Baron R, Tachan H, Calderon Montero FJ, Bachl N og Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med.* 2007; 28 (3): 222-227.

Foss Ø og Hallen J: the most economical cadence increases with increasing workload. *Eur J. Appl Physiol* 2004; 92:443-451

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

Helgerud J, Engen L C, Wisløff U og Hoff J: Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. Sci Sports Exerc.*, Vol. 33, no. 11, 2001, pp. 1925-1931.

Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjort N, Bach R og Hoff J. Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Med sci Sports exerc* 2007: Apr; 39(4): 665-71.

Helgerud J, Ingjer F og Strømme, S.B. Sex differences in performance-matched marathon runners. *European Journal of Applied Physiology* 1990; 61,433-439.

Helgerud J, Rodas G, Kemi O J og Hoff J: Strength and endurance in elite football players: Published online: 2011 *Int J Sport Med*.

Hill-Haas S, Coutts A J, Dawson B T, Rowsell G J. Generic versus small.sided game training in soccer. *Int J Sports Med.* 2009;in press.



Hill-Haas S V, Dawson B, Impellizzeri F M og Coutts J: Physiology of small-sided Games Training in Football. A Systematic Review; Sports Med 2011; 41 (3); 199-220.

Hoff J: Training and Testing physical capacities for elite soccer players. J Sports Sci, June 2005; 23(6):573-582.

Hoff J og Helgerud J: Endurance and strength training for soccer players, Physiological Considerations, Sports Med 2004; 34 (3):165-180.

Hoff J og Helgerud. J Pre-season concurrent strength and endurance development in elite soccer players 2003.

Hoff J, Wisløff U, Engen L C, Kemi O J og Helgerud J: Soccer specific aerobic endurance training. Br J sports Med 2002; 36: 218-221.

Impellizzeri F M, Rampinini E og Marcora S M. Physiological assessment of aerobic training in soccer: Journal of Sports Sciences, June 2005: 23(6): 583-592.

Impellizzeri F M, Marcora S M, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia F M og Rampinini E: Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players: Int J Sports Med 2006; 27:483-492.

Kent M. Oxford Dictionary of sports Science and medicine – Oxford University press 2006.

McMillan K, Helgerud J, McDonald R og 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, og Bangsbo J. Match performance of high standard soccer players with special reference to development of fatigue. Journal of Sports Sciences 2003, 21, 519-528.

Nowacki P E, Cai D Y, Buhl C et al. Biological performance of German soccer players (professional and junior) tested by special ergometry and treadmill methods. . In: Reilly T, Lees A, Davids K, et al. Science and football. London: E og FN Spon, 1988: 145-57

O`donoghue P. Time- motion analysis of work rate in elite soccer. In M. F. Tavares (Ed.), Notational analysis of sport IV (pp. 65-67). Porto: Centre for Team Sport Studies, Faculty of Sport Sciences and Physical Education, University of Porto, Portugal 2001.

- Pate R R, & Kriska A. (Physiological Basis of the Sex Difference in Cardiorespiratory Endurance. *Sports Medicine (Auckland, New Zealand)*, 1984: Vol. 1, pp. 87-98
- Poole D C, Richardson R S. Determinants of oxygen uptake. Implications for exercise testing. *Sports Med.* 1997 Nov;24(5):308-20.
- Rampinini E, Coutts A J, Castagna C, Sassi R, Impellizzeri F M. Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med.* 2007 Dec;28(12):1018-24.
- Reilly, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci* 1997; 15: 257-263.
- Reilly T, Gilbourne D. Science and football: a review of applied research in the football codes. *J Sports Sci* 2003; 21: 693-705
- Reilly T og White C. Small –sided games as an alternative to interval-training for soccer players. *J Sports Sci* 2004; 22 (6): 559.
- Richardson R S, Poole D C, Knight D R, Wagner P D. Red blood cell transit time in man: theoretical effects of capillary density. *Adv Exp Med Biol.* 1994;361:521-32
- Rienzi E, Drust B, Reilly T, et al. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sport Med Phys Fitness* 2000 Jun; 40 (2):169 -9.
- Rhodes E C, Mosher R E, McKenzie D C, et al. Physiological profiles of the Canadian Olympic soccer team. *Can J Appl Sports Sci* 1986; 11:31-6.
- Rognmo Ø, Hetland E, og Helgerud J: High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation* 2004;11: 216-222.
- Sporis G, Ruzic L og Leko G. Effects of a new experimental training program on Vo2max and running performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008;48(2):158-165.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C og Wisløff U, Physiology of soccer, An update; *sports med* 2005; 35(6): 501-536

- Støren Ø. Running and cycling economy in athletes; determining factors, training interventions and testing. NTNU, Doctoral theses, Trondheim 2009
- Sæterdal R, Erlandsen A og Madsen Ø. Trening og utvikling av fysiske ressurser i fotball. Norges fotballforbund og Olympiatoppen 2001.
- Thomas V og Reilly T. Fitness assessment of English League soccer players throughout the competitive season. *Br J Sports Med* 1979; 13:103-9
- Van Gool D, Van Gerven D & Boutmans, J. The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids, & W. J. Murphy(Eds.), *Science and football* (pp. 51-59). London1988: E & FN Spon.
- White J E, Emery T M og Kane J E et al. Pre-season fitness profiles of professional soccer players. In: Reilly T, Lees A, Davids K, et al. *Science and football*. London: E og FN Spon, 1988: 164-71.
- Williams C, Reid R M og Couttes R. Observation on the aerobic power of university rugby and professional soccer players.*Br J Sports Med* 1973; 7:390-1
- Williams A M, Horn R R, Hodges N J. Skill acquisition. In: Reilly T, Williams AM (eds). *Science and Soccer*. London, UK: Routledge, 2003: 198-213.
- Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, et al. Maximal squat strength is strongly correlated to sprint performance in elite soccer players. *Br J Sports Med* 2004 Jun; 38 (3): 285-8
- Withers R T, Maricic Z, Wasilewski S og Kelly L. Match analyses of Australian professional soccer players. *J Hum Mov Stud* 1982; 8: 159-76
- Åstrand P O, Rodahl K, Dahl H A, Strømme S B. Textbook of work physiology-physiological basis of exercise. 2003 Human kinetics, Champaign IL. S: