

Masteroppgave

Kvantifisering av intensitetsfordeling hos fotballspillere på høyt norsk nivå

Av

Erling André Algrøy

Masteroppgaven er gjennomført som et ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som sådan. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Veileder:

Stephen Seiler og Ken J. Hetlelid

Universitetet i Agder, Kristiansand

15.05.2009

Forord

Dette arbeidet er gjennomført ved Universitet i Agder i samarbeid med IK Start.

Det har vært svært interessant å tilegne seg kunnskaper om hvordan fotballspillere trener i ulike faser av en fotballsesong.

Jeg vil gjerne rette er stor takk til alle spillerne som sa seg villige til å være med som forsøkspersoner. Jeg vil spesielt takke IK Starts fysiske trener Jørg Inge Stray Pedersen, som har en stor del av æren for at prosjektet ble en realitet, og som jeg har samarbeidet tett med under hele prosjektet. Jeg vil også takke IK Start som klubb, for at de var med på dette prosjektet. Jeg har opplevd samarbeidet som svært positivt for alle parter.

I tillegg vil jeg rette en spesiell takk til mine to veiledere; PhD FACSM Stephen Seiler og Universitetslektor Ken J. Hetlelid for godt samarbeid og lærerike samtaler.

Også en takk til mine medstudenter for godt felleskap og trivelige samtaler.

Kristiansand

Våren, 2009

Erling Andrè Algrøy

Sammendrag

Denne studien hadde som hensikt å kvantifisere den daglige intensitetsdistribusjonen til en gruppe profesjonelle fotballspillere basert på tre ulike kvantifiseringsmetoder. Hensikten var også å kartlegge treningsmessige forskjeller i oppkjøringsfase og sesong. **Metode:** femten mannlige fotballspillere (Alder: $24,1 \pm 5,2$) gjennomførte en løpstest på tredemølle til utmattelse, for å finne VO_2 og hjertefrekvensverdier som korresponderte med ventilatoriske terskler (VT_1 og VT_2), maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks} 58 ± 3) og makspuls. VT_1 og VT_2 ble brukt for å dele inn tre intensitetssoner med bakgrunn i hjertefrekvens. Treningsdata ble innhentet gjennom en periode på fire sammenhengende uker i oppkjøringsfasen ($N = 15$) og to separate uker mot slutten av sesongen ($N = 11$). Alle utholdenhetstreninger og treninger med ball ble både i oppkjøringsfase ($N = 378$) og sesong ($N = 78$) kvantifisert ved hjelp av pulsmålinger og selvopplevd anstrengelse (session RPE). Styrketreningene ble også registrert i begge periodene ($N =$ oppkjøringsfase: 94, sesong: 19), som en del av kvantifiseringen av ukentlig treningstid. **Resultat:** Gjennomsnitt treningstid var $11,1 \pm 1,7$ timer/uke i oppkjøringsfase og $7,8 \pm 1,3$ timer/uke i sesong. Gjennomsnitt treningsøkter per uke var $8,3 \pm 0,8$ i oppkjøringsfase og $5,7 \pm 1,1$ i sesong. Gjennomsnitt treningsbelastning var 3577 ± 920 AU i oppkjøringsfase og 2550 ± 508 AU i sesong. Intensitetsfordelingen var lik innenfor hver periode når treningen ble kvantifisert på bakgrunn av session RPE og hjertefrekvens (session goal) både i oppkjøringsfase (Session goal, 40 ± 3 , sone 1; 34 ± 3 , sone 2; 27 ± 5 , sone 3, Session RPE, 35 ± 2 , sone 1; 38 ± 2 , sone 2; 27 ± 4 , sone 3), og sesong (Session goal, 35 ± 4 , sone 1; 31 ± 6 , sone 2; 35 ± 7 , sone 3, session RPE, 37 ± 3 , sone 1; 24 ± 4 , sone 2; 38 ± 6 , sone 3). Kvantifisering basert på hjertefrekvens (total tid i sone) var imidlertid signifikant forskjellig fra både session RPE og session goal i både oppkjøringsfase og sesong (oppkjøringsfase, 73 ± 2 , sone 1; 18 ± 3 , sone 2; 9 ± 4 , sone 3, sesong, 71 ± 4 , sone 1; 21 ± 5 , sone 2; 8 ± 8 , sone 3). **Konklusjon:** Våre funn tyder på at kvantifisering på bakgrunn av total tid i sone metoden ikke er en valid metode for å beskrive effektiv treningsintensitet i fotball. Denne metoden er en vanlig metode for å beskrive treningsintensitet og har blitt benyttet i flere studier. Våre funn tyder imidlertid på at denne metoden gir et missledende bilde av den faktiske intensiteten i fotball, og sannsynligvis også i alle idretter hvor intensitetsnivået ikke er på et steady state nivå. Resultatene tyder også på at den daglige treningsintensiteten hos en gruppe fotballspillere på høyt norsk nivå, blir gjennomført etter et mønster hvor omtrent samme antall treningsøkter blir gjennomført med lav intensitet, middels intensitet, og høy intensitet. Vi så imidlertid en tendens til en økt intensitet i sesongen kontra oppkjøringsfasen,

samtidig som belastningene ble mindre på grunn av redusert treningstid og treningsfrekvens. Intensitetsfordelingen til denne gruppen fotballspillere avviker fra hvordan utholdenhetsutøvere organiserer intensitetsfordeling, med en klar hovedvekt på trening med lav intensitet.

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse.....	I
Innledning	1
Teori	2
Polarisert treningsmodell for utholdenhetstrening	2
Terskelmodell for utholdenhetstrening	5
Hvorfor trener utholdenhetsutøvere slik de gjør?	6
Er fotball en utholdenhetsidrett?	7
Kampanalyse.....	8
Aerob kapasitet og fotballprestasjon	10
Hvordan trener fotballspillere?	12
Kvantifiseringsmetoder for treningsintensitet og belastning	13
Fysiologiske metoder	13
Tid basert inndeling av treningsintensitet	14
Nominal inndeling av treningsintensitet	15
Subjektiv vurdering av treningsintensitet	15
Treningsbelastning	16
Problemområde	17
Problemstilling	17
Metode.....	18
Forsøkspersoner	18
VT/VO _{2maks} - test	18
Ventilatoriske terskler	18
Hjertefrekvens.....	19
Datainnsamling	19
Hjertefrekvens.....	21
Subjektiv metode	21
Treningsdagbok	21
Kvantifisering og bearbeiding av data	22
Treningstid og frekvens	22
Hjertefrekvens.....	22
Treningsbelastning	23
Statistisk analyse.....	24

Resultater	25
Karakteristikk av forsøkspersonene	25
VT/VO _{2maks} test	25
Treningstid og frekvens	25
Treningsintensitet	27
Selvopplevd anstrengelse	27
Hjertefrekvens analyse	29
Sammenligning av tre kvantifiseringsmetoder	31
Treningsbelastning	32
Diskusjon.....	34
Oppsummering og konklusjon	39
Litteraturliste	40

Innledning

”I alle individuelle idretter driver man treningsregulering på detaljnivå. Gjør man det systematisk på fotball, kunne man trent veldig mye mer. Man må trene roligere, men kan gjøre det i langt større grad”(54).

Utsagnet kom fra daværende fysisk trener i SK Brann i et intervju der han hevdet fotballspillere ikke kan sammenlignes med toppidrettsutøvere når det gjelder treningsmengde og intensitetsregulering. Han mente at fotballspillere på høyt norsk nivå har potensialet til å trene opp mot 50 prosent mer, under forutsetning av riktig intensitetsregulering (54). Debatten om hvordan fotballspillere trener og bør trene dukker stadig opp i ulike forum. Fotball er også en idrett med mye oppmerksomhet rundt seg, som igjen kan føre til at veldig mange skal mene noe om hvordan fotballspillere trener og bør trene.

Treningsbelastning er et produkt av treningsmengde og treningsintensitet (65,87). Hvordan man organiserer trening med tanke på disse faktorene er utslagsgivende i henhold til fysiske adaptasjoner til trening. For utrente vet man at nesten all form for trening kan føre til positiv prestasjonsutvikling. Krav til riktig treningsorganisering blir imidlertid viktigere jo høyere prestasjonsnivå man befinner seg på. Målet med trening er å oppnå prestasjonsutvikling, uten risiko for overtrening. Å finne den ideelle balansen mellom trening og hvile er derfor et mål i treningsplanleggingen til toppidrettsutøvere.

Toppidrettsutøvere innenfor utholdenhetsidretter trener mye for å bedre sin fysiske kapasitet. I faglitteraturen er det i stor grad enighet om hvilke faktorer som er avgjørende for god utholdenhet. Maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}), arbeidsøkonomi og utnyttingsgraden (gjerner målt som ventilatorisk (VT) eller laktat terskel (LT)) er de mest sentrale faktorene som påvirker utholdenhetsprestasjon. Det er også stor enighet om hvilke fysiologiske tilpasninger som forårsaker bedring av VO_{2maks} , arbeidsøkonomi og laktatterskel (25).

En vet altså hvilke fysiologiske faktorer som må forbedres for å oppnå gode resultater. Spørsmålet blir da hvordan en skal trene for å oppnå fysiologiske adaptasjoner på en best mulig måte. Hvordan toppidrettsutøvere trener og bør trene for å optimalisere treningen er et tema det fortsatt debatteres rundt. Et sentralt tema er hvor stor del av treningen som skal gjennomføres ved ulike intensiteter.

I de senere år er det blitt gjennomført flere studier (31, 32, 62,74) der en kvantifiserer intensitetsfordelingen på treningen til utholdenhetsutøvere i ulike idretter. Fokuset har vært på

kvantifisering av totalt treningsvolum, og intensitetsfordeling på treningene. Eksisterende forskning viser at det eksisterer to ytterpunkter for intensitetsfordeling på trening i utholdenhetsidretter (74).

Fotball er først og fremst ikke en utholdenhetsidrett. Allikevel kan man si at utholdenhet er et viktig aspekt ved fotball. En fotballkamp varer i 90 minutter. Treningsarbeidet blir benyttet til å bedre eller opprettholde utholdenhetskapasiteten til spillerne, slik at de kan gjennomføre arbeidsoppgavene i kamp med høyest mulig intensitet over 90 minutter. Riktig intensitetsregulering på trening er derfor også viktig innenfor fotball for å oppnå treningsmessige adaptasjoner, og unngå overtrening.

Det er mange måter å måle intensitet i fotball på. Det kan være å måle den ytre belastningen i form av tilbakelagt distanse, antall sprinter, løpshastighet, antall involveringer i spill osv. I denne studien tar vi imidlertid utgangspunkt i metoder som er blitt benyttet for å kvantifisere intensitetsfordeling i utholdenhetsidretter.

Teori

Polarisert treningsmodell for utholdenhetstrening

Fiskerstrand og Seiler (36) undersøkte hvordan treningsvolum, intensitetsfordeling og fysisk kapasitet har endret seg hos de beste norske roerne fra 1970 til 2001. De hadde tilgjengelige resultater fra fysiske tester og konkurranser fra alle utøverne. Utøverne svarte også på en detaljert spørreundersøkelse som omhandlet treningsarbeidet da de var aktive. Det totale treningsvolumet viste seg å øke gradvis fra gjennomsnitt 924 timer per år på 1970-tallet, til 966 timer på 1980-tallet, til 1128 timer på 1990-tallet.

Fra 1970 til 1990-tallet ble det lagt mer og mer vekt på langdistansetrening med lav intensitet (laktatkonsentrasjoner ≤ 2 mM). Både absolutt og relativ treningsvolum med intensitet på konkurransefart eller over, ble lagt mindre vekt på. Forfatterne observerte her en reduksjon fra 23 timer per måned på 1970-tallet, til mindre enn syv timer per måned på 1990-tallet.

Siden 1980-tallet har treningsvolumet stabilisert seg mer. Organiseringen av treningen har allikevel utviklet seg. Intervalltreningen har endret seg fra høy - intensiv trening på eller over konkurransefart (105-115 % av VO_{2maks}), til mer langvarige arbeidsperioder (4-8 min) med 85 - 95 % av VO_{2maks} . Medaljevinnerne fra 1990-tallet hadde 12 % høyere VO_{2maks} på samme

kroppsvekt enn medaljevinnerne fra 70- tallet. Det totale treningsvolumet har i denne perioden økt med 20 %.

Forfatterne presiserer at funnene på endringer i treningsorganiseringen ikke kan sees på som en årsaksforklaring på den bedrede fysiske kapasiteten. Allikevel er det akseptert i trenermiljøet at endringene i treningsvolum og intensitetsfordeling har bidratt til en forbedring av prestasjoner blant norske roere.

Funnene blir bekreftet av Steinacker med flere (76), som undersøkte treningsorganiseringen til roere i forkant av verdensmesterskap. Funnene de gjorde bekrefter at roere gjennomfører mesteparten av den totale treningstiden med intensitet under den første ventilatoriske terskel (VT_1).

Denne type treningsorganisering er også blitt observert i flere andre utholdenhetsidretter. Esteve-Lanao med flere (31) kvantifiserte treningsarbeidet til åtte godt trente utholdenhetsløpere over en tidsperiode på seks måneder (VO_{2maks} : $70.0 \pm 7.3 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Hensikten med studien var å finne ut om det var et forhold mellom total treningsvolum og prestasjoner i de viktigste løpene i sesongen. Resultatene viste at 71 % av treningstiden ble gjennomført under VT_1 , 21 % mellom VT_1 og VT_2 og 8 % over VT_2 . Det ble også observert en positiv sammenheng mellom treningstid tilbrakt med en intensitet under VT_1 og prestasjoner i løp. Total treningstid som ble gjennomført med intensitet over VT_1 ikke så ut til å være assosiert med prestasjoner i løp.

At majoriteten av treningen skjer med en intensitet under VT_1 hos langdistanseløpere finner vi i flere studier. Coetzer med flere (22) sammenligner hvite og sorte langdistanseløpere i Sør-Afrika for å finne fysiologiske og treningsmessige forskjeller mellom gruppene. Funnene de gjorde var at begge grupper trente med samme volum, og at begge grupper gjennomførte majoriteten av treningen med en intensitet under VT_1 . Andel høyintensivt trening (≥ 80 % av VO_{2maks}) varierte noe mellom gruppene. De sorte utøverne gjennomførte mer høyintensiv trening enn de hvite (36 +/- 18 % mot 14 +/- 7 %). Dette blir bekreftet av Billat med flere (13), som fant at en gruppe maratonløpere i verdensklasse gjennomførte lite av treningen med en intensitet rundt laktatterskel. Det karakteristiske med treningen var at de gjennomførte den med en intensitet som enten var langt over eller langt under laktatterskel (LT_2).

Seiler og Kjerland (74) gjennomførte en studie hvor de kvantifiserte den daglige distribusjonen av treningsintensitet på en gruppe godt trente junior langrensløpere (VO_{2maks}

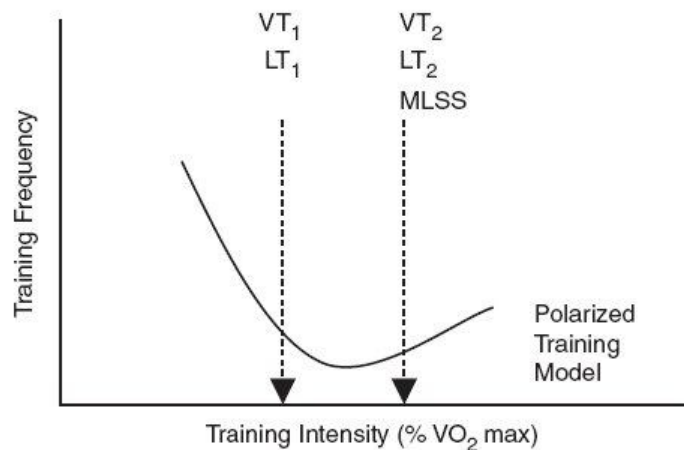
$73 \pm 4 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$). Resultatene viste at $75 \pm 3 \%$ av treningsøktene ble gjennomført med en intensitet under VT_1 , $8 \pm 3 \%$ mellom VT_1 og VT_2 og $17 \pm 4 \%$ var over VT_2 .

De fleste studier som tar for seg hvordan utholdenhetsutøvere disponerer treningene er deskriptive studier. Dette er naturlig i og med at utholdenhetsutøvere er opptatt av utvikling og optimalisering av treningsarbeidet. Det er derfor vanskelig å få gjennomført intervensjonsstudier, der forskere manipulerer treningen for å prøve å finne den optimale intensitetsfordelingen.

Esteve-Lanao med flere (32) fikk likevel gjennomført en studie med en eksperimentell tilnærming på 12 spanske utholdenhetsløpere på nasjonalt og regionalt nivå. Hensikten var å sammenligne effekten av to ulike treningsprogram. Det ene treningsprogrammet hadde relativt mer trening med lav intensitet ($\leq VT_1$), og det andre hadde relativt mer terskeltrening (mellom VT_1 og VT_2) i forhold til totalt treningsvolum. Begge treningsprogrammene inneholdt like mye trening med høy intensitet ($\geq VT_2$). Totalt treningsvolum og belastning (intensitet \times volum) var identisk for begge grupper, men andel av trening i de ulike intensitetssonene var forskjellig. Utøverne gjennomførte et testløp (10,4 km) både før og etter treningsperioden på fem måneder. Resultatene viste at utøverne som trente mer med en intensitet under VT_1 forbedret løpstiden signifikant mer enn utøverne som trente mer med en intensitet mellom VT_1 og VT_2 (-157 ± 13 sekunder mot $-121,5 \pm 7,1$ sekunder).

Ingham med flere (53) undersøkte hvilken effekt 12 ukers lavintensitetstrening hadde til forskjell fra lavintensitetstrening kombinert med doser av høyintensitetstrening på fysiologiske faktorer og prestasjoner. De fant at det ikke var noen signifikant forskjell mellom gruppene når det gjaldt forbedringer i løpsprestasjoner og $VO_{2\text{peak}}$. Gruppen som bare trente med lav intensitet oppnådde derimot lavere laktatverdier på en gitt belastning enn gruppen som trente både med lav og høy intensitet.

Ut fra eksisterende forskningslitteratur ser en altså at idrettsutøvere på internasjonalt nivå innenfor roing (36,76,77), sykling (72), langdistanseløping (13,22, 32) og langrenn (junior elite) (74), gjennomfører majoriteten av treningen med en intensitet under VT_1 . Seiler og Kjerland (74) illustrerte dette med den polariserte intensitetsmodellen. Største del av treningsvolumet blir gjennomført med en intensitet under VT_1 , kombinert med signifikante doser av trening med intensitet over VT_2 . Lite av treningen blir gjennomført mellom VT_1 og VT_2 . En slik modell for treningsorganisering er vist i figur 1.



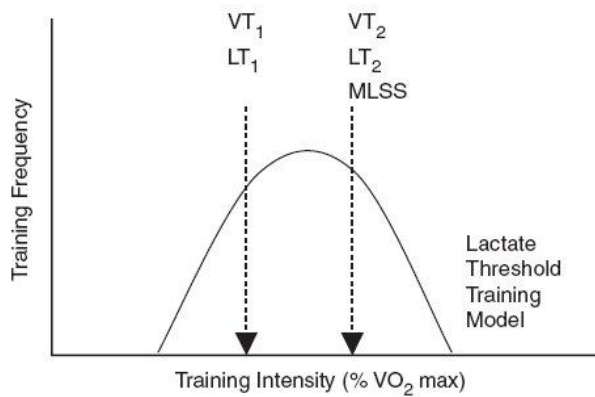
Figur 1. Intensitetsfordeling basert på den polariserte treningsmodellen. Hentet fra Seiler og Kjerland (74).

Terskelmodell for utholdenhetstrening

Den andre modellen for intensitetsfordeling på trening er terskeltreningsmodellen (74). Denne type trening er karakteristisk ved at en vektlegger kontinuerlig eller intervallpreget trening med en intensitet fra og med VT_1 til og med VT_2 . Denne type intensitetsfordeling ser ut til å være populær og effektiv for utrente og mosjonister (43,61). Undersøkelser på godt trente har ikke kunnet påvise en signifikant økning i VO_{2maks} , men har påvist en positiv effekt på utholdenhetsprestasjon (33,34).

Londeree med flere (61) gjennomførte en meta-analyse på effekten av treningsintensitet ved laktat- og ventilasjonsterskel på godt trente og utrente utøvere. Resultatene viste at godt trente ikke oppnådde samme adaptasjoner som utrente ved denne type trening. Forfatterne foreslår at høyere intensitet på trening kan være nødvendig for å oppnå prestasjonsutviklende adaptasjoner hos godt trente utholdenhetsutøvere. De var derimot forsiktige med å konkludere med dette på grunn av at studien inneholdt få personer som kan karakteriseres som godt trente.

En treningsintensitet på terskelfart er den høyeste intensiteten som kan opprettholdes over lengre tid. Dette gjør det til en populær treningsintensitet for utrente/moderat trente utøvere. En intensitetsfordeling basert på terskelmodellen er vist i figur 2.



Figur 2. Intensitetsfordeling basert på terskeltreningsmodellen. Største del av totalt treningsvolum blir gjennomført ved intensitet fra og med VT_1 til og med VT_2 . Hentet fra Seiler og Kjerland (74).

Hvorfor trener utholdenhetsutøvere slik de gjør?

Målet med trening er å stimulere kroppen til hensiktsmessige tilpasninger til trening. Denne stimuleringen må oppnås samtidig som en bevarer den autonome balansen i kroppen, slik at overtrening blir unngått og kapasiteten for maksimal sympatisk mobilisering blir bevart. Å finne den perfekte balansen er en stor utfordring for utholdenhetsutøvere på høyt nivå. Det er avgjørende at utøverne regulerer trening på en optimal måte gjennom intensitet, frekvens og varighet på trening (11,59,65, 87).

Godt trente utholdenhetsutøvere på høyt nivå trener en til to økter om dagen gjennom hele året. Repeterte treningsøkter på belastninger rundt laktattærskel kan føre til økt sympatisk stress, samtidig som en bare får et sub-optimalt stimuli for å øke utholdenhetskapasiteten (61,73). I stedet for å trene monotonisk innenfor laktatakkumulering - sonen (mellom VT_1 og VT_2), ser det ut til at de fleste utholdenhetsutøvere velger en distribusjon av trening som involverer størst volum av trening med lav intensitet kombinert med noen ukentlige treninger $\geq 90\%$ av VO_{2maks} (31,74). Lavintensitetsøktene kan sørge for en økt syntese av proteiner i mitokondriene, samtidig som det er økt energitilgjengelighet og det forekommer mindre autonomisk stress (61,73).

Intensitet og varighet på trening vil virke inn på graden av stress kroppen blir utsatt for, og hvor lang tid kroppen trenger på å restituere. Et viktig aspekt ved dette er aktivering av den sympatiske delen av det autonome nervesystemet (ANS), og en forandring i balansen av dette (73). Seiler med flere (73) undersøkte effekten av treningsintensitet - og varighet på gjenopptak av balansen til ANS etter trening. Ni godt trente og åtte trente utøvere var med i studien (VO_{2maks} : $72 \pm 5 \text{ mL} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$ mot $60 \pm 5 \text{ mL} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$). De godt trente utøverne

gjennomførte fire ulike treningsøkter med ulik intensitet og varighet. De trente utøverne gjennomførte bare en intervalløkt over VT_2 . Hovedfunnene var at det var et økt autonomisk stress når de godt trente utøverne oversteg VT_1 . ANS gikk svært fort tilbake (5-10 min) til utgangspunktet når treningen varte opp til 120 minutter med en intensitet under VT_1 . Når intensiteten oversteg VT_1 , ble tiden til gjenopptak av parasympatisk balanse (blodlaktat $\sim 3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) signifikant lengre (ca 30 min). Det ble ikke registrert ytterligere forskjeller når intensiteten oversteg 95 % av $VO_{2\text{maks}}$. Det ser derfor ut til at det er en terskel for ANS ved VT_1 . De trente utøverne brukte tre ganger så lang tid for å gjenopprette parasympatisk balanse som de godt trente utøverne, etter gjennomført intervalltrening.

Eksisterende forskningslitteratur viser at utholdenhetsutøvere på høyt nivå trener oftest med en intensitet som er godt under intensiteten de konkurrerer med (13,22,36,74). Selv om kontrollerte treningsstudier mangler, ser det ut til at et stort volum med trening ved lav intensitet er nødvendig for å oppnå gode prestasjoner, og danner et grunnlag for høyintensitetstrening. Trening med høy intensitet ser ut til å være avgjørende for å oppnå bedre resultater. Disse treningene kan ikke bli gjennomført på en optimal måte hvis basistreningen blir gjennomført med for høy intensitet. Det ser ut til at utøvere tåler høyintensivtreninger bedre når det er en variasjon i treningsintensitet (18,60).

Er fotball en utholdenhetsidrett?

Fotball er en av verdens mest populære idretter. For å bli en god fotballspiller stilles det krav til flere ulike ferdigheter. Fysiske, tekniske og mentale ferdigheter er viktig innenfor fotball. Det som i hovedsak skiller fotball fra rene utholdenhetsidretter eller styrke/power idretter, er at det ikke stilles ekstraordinære krav til en bestemt fysisk kapasitet. Fysikken er ikke det viktigste for en fotballspiller. Det hjelper lite å ha ekstreme fysiske egenskaper om en ikke kan spille fotball. På den andre siden kan en si at det ikke er mulig å være fotballspiller på høyt nivå uten tilstrekkelig fysisk kapasitet. Trening og utvikling av de fysiske ressursene er ikke et mål i seg selv. De fysiske ressursene skal gjøre spilleren i stand til å utnytte fotballferdighetene sine i kampsituasjon og gjøre laget i stand til å gjennomføre det taktiske opplegget som er planlagt.

Det er ikke nødvendig med ekstraordinær kapasitet innenfor noen fysisk egenskap, slik som det er i mindre sammensatte idretter. Likevel kan en som fotballspiller profitere på å inneha eller utvikle spisskompetanse innenfor en bestemt fysisk egenskap. Ekstremt hurtige fotballspillere eller spillere med god utholdenhet er eksempelvis ofte verdifulle for et lag.

Det er en trend blant de beste lagene at de vektlegger trening på fysisk kapasitet (44,78,80). Generelt ser man at de beste lagene har økt den fysiske kapasiteten siden 1980-tallet (71). På den andre siden har de svakere lagene de samme verdiene som rapportert 30 år siden (78).

Kampanalyse

I en fotballkamp dekker fotballspillere en distanse på 10-12 km (10,29,45,58,78). Bangsbo med flere (10) fant at i løpet av en fotballkamp løper fotballspillere på høyt nivå i gjennomsnitt 10,80 km. Midtbanespillere løper i gjennomsnitt 11,4 km, som er signifikant lengre enn forsvarspillere (10,1 km) og angripere (10,5 km). Midtbanespillerne løp signifikant lengre enn angreps- og forsvarspillerne bortsett fra de første 15 og de siste 15 minuttene av en kamp.

I gjennomsnitt gjør fotballspillere aktivitetsendringer hvert fjerde sekund, noe som tilsvarer nesten 1500 aktivitetsendringer i løpet av en kamp (58). Over 90 prosent av tiden i en fotballkamp blir benyttet til å stå, gå eller rolig løping. Gjennomsnittsverdier i fotball er likevel litt misvisende på grunn av den store intensitetsvariasjonen i en fotballkamp. Perioder med akkumulering av laktat må derfor kompenseres med roligere perioder der laktat blir eliminert (80).

Forskjellen fra lagene på internasjonalt nivå til lagene på nasjonalt nivå er at spillere på øverste nivå klarer å løpe en større andel høyintensivløping og spurring enn spillere på de mindre gode lagene, gjennom en kamp. Totaldistansen som blir tilbakelagt er nødvendigvis ikke lenger (17,44). Andel løp med høy intensitet gjennom en kamp er relativt likt i de øverste divisjonene i England, Spania og Italia (17). Andel høyintensitetsløping i disse ligaene er imidlertid 10-15 % høyere enn hva som er funnet i den danske og den svenske serien (4,67). Helgerud med flere (45) fant at intervalltrening to ganger i uken i tillegg til vanlig fotballtrening hadde positiv effekt i henhold til dette. Spillerne klarte å opprettholde høyere intensitet i kamper. Antall spurter og involveringer med ball økte også betraktelig.

En oversikt over tidsbruk ved ulik intensitet og antall høyintensive løp/sprinter i kamp er vist i tabell 1 og 2, basert på data fra Hallèn (44).

Tabell 1. Tidsbruk i kamp fordelt på ulike intensiteter.

	Stå	Gå	Lavintensiv løping	Høyintensiv løping
Menn, internasjonalt nivå	19 % (0,7 %)	42 % (0,9 %)	30 % (1,3 %)	9 % (0,5 %)
Menn, nasjonalt nivå	18 % (1,5 %)	44 % (0,8 %)	31 % (1,5 %)	7 % (0,4 %)
Kvinner internasjonalt nivå	17 % (10-23 %)	44 % (38-53 %)	34 % (26-43 %)	5 % (2,8 - 6,1 %)

Verdiene er gitt i prosent av total kamptid og oppgis som gjennomsnitt (standardavvik) for menn og gjennomsnitt (variasjonsbredde) for kvinner. Høyintensiv løping er ≥ 20 km/t for kvinner og ≥ 24 km/t for menn. Internasjonalt nivå er lag som spiller Europa – cup, nasjonalt nivå er typisk 2.divisjon. Hentet fra Hallèn (44).

Tabell 2. Antall høyintensiv løp, sprinter, taklinger og headinger i løpet av en kamp.

	Høyintensiv			
	Løping	Sprint	Taklinger	Headinger
Menn, internasjonalt nivå	178 (12)	39 (2)	20 (2)	15 (2)
Menn, nasjonalt nivå	145 (8)	26 (1)		
Kvinner internasjonalt nivå	125 (72-159)	26 (9-43)	14 (7-21)	8 (3-19)

Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt (standardavvik) for menn og gjennomsnitt (variasjonsbredde) for kvinner. Sprint er ≥ 25 km/t for kvinner og ≥ 30 km/t for menn. Internasjonalt nivå er lag som spiller Europa – cup, nasjonalt nivå er typisk 2.divisjon. Hentet fra Hallèn (44).

Det forekommer en nedgang i den fysiske yteevnen i løpet av en fotballkamp (70,78). I andre omgang blir det tilbakelagt en kortere totaldistanse enn i første omgang. Det forekommer også en nedgang i høyintensitetsløping og spurter. Denne nedgangen er forbundet med fysisk utmattelse (67,70). Grad av løpsarbeid som blir gjennomført i første omgang har direkte innvirkning på grad av løpsarbeid som blir gjennomført i andre omgang (69). Nivået på motstanderlaget influerer også intensitet og løpsdistanse som blir gjennomført i en kamp (69).

Det er også funnet en nedgang i evnen til å utføre tekniske ferdigheter fra første til andre omgang. Rampinini med flere (70) sammenlignet fysiske og tekniske prestasjoner mellom første og andre omgang under offisielle kamper i Italiensk serie A. De sammenlignet også disse parametrene mellom de mest suksessfulle lagene (de fem øverste lagene) og de mindre suksessfulle lagene (de fem nederste lagene). Det viste seg at de dårligste lagene løp en større totaldistanse sammenlignet med de beste lagene. De utførte også mer høyintensitetsløping enn de beste lagene. På den andre siden viste det seg at de beste lagene løp en større totaldistanse med ball i beina, samtidig som de også hadde en større andel av høyintensitetsløping med ball. Årsaken til dette er at de beste lagene ofte er de som dominerer spillet og har ferdigheter til å holde ballen mer i laget. På den andre siden må de svakere lagene løpe mer for å få tak i ballen. Ferdighetene med ball er ikke så gode som hos de beste lagene, og dermed mister de

ballen fortere. Dette bekreftes ved at de så en større involvering med ball hos de beste lagene. Totalt antall kortpasninger, suksessfulle kortpasninger, taklinger, driblinger, skudd og skudd på mål var høyere hos de beste lagene i forhold til de dårligste. Spillerne som var mest slitne utover i kampen hadde både en nedgang i involveringer med ball og en nedgang i suksessfulle kortpasninger. Spillerne som ikke var like utmattet opplevde ikke den samme nedgangen i teknisk utførelse. Resultatene tyder på at når spillerne blir slitne influerer dette tekniske ferdigheter. Likevel tyder det på at utmattelse har en større betydning for involvering i spillet enn det har for gjennomførelsen av tekniske ferdigheter (70).

Aerob kapasitet og fotballprestasjon

Det er blitt estimert at aerob metabolisme sørger for 90 % av energiomsetningen i en fotballkamp (8,9,10). Gjennomsnittintensiteten i en kamp er rundt anaerob terskel som tilsvarer 80-90 % av HF_{maks} eller 70-80 % av VO_{2maks} (8,9,10). Det er derfor viktig at fotballspillere har en relativt god utviklet aerob kapasitet. Jo bedre aerob kapasitet en spiller har, desto høyere gjennomsnittlig tempo kan han holde i løpet av kampen. En kan dermed utføre tekniske og taktiske elementer med høyere intensitet, som kan være avgjørende for både spillerens og lagets prestasjoner (45,82). En god aerob kapasitet er også viktig for å kunne innhente seg raskest mulig etter intensive perioder i spillet (44,80).

VO_{2maks} er en viktig del av den aerobe kapasiteten til en fotballspiller og er regnet som den viktigste faktoren for generell utholdenhet (25,48). Gjennomsnittsverdier for VO_{2maks} hos fotballspillere på høyt nivå er blitt rapportert til å være mellom 55 og 68 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Individuelle verdier i overkant av 70 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ er også blitt funnet (19,78,84). Det ser ut til at den aerobe kapasiteten til spillere på internasjonalt nivå er har hevet seg det siste tiåret (78). En oversikt over VO_{2maks} verdier funnet i ulike studier er vist i tabell 3.

Tabell 3. Gjennomsnittlig maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) for profesjonelle fotballag. Tabellen er hentet fra Reilly (71).

Team	VO_{2maks} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	Reference
Elite players	61.0	Douge (1988)
Austrian national team	58.3	Bachl & Prokop (1977)
German national team	62.0	Hollmann <i>et al.</i> (1981)
Bundesliga team	58.4	Dickhut, Simon, Bachl, Lehman & Keul (1981)
Hungarian champions	66.6	Apor (1988)
Portugese First League	59.7	Puga <i>et al.</i> (1993)
Spanish League	65.5	Casajus (2001)
Norwegian Champions	67.6	Wisløff <i>et al.</i> (1998)

Referansene i tabellen er oppgitt i referanseliste.

Apor med flere (5) fant en korrelasjon mellom VO_{2maks} og tabellplassering i Ungarsk elitedivisjon. Dette funnet blir støttet opp av Wisløff med flere (84), som fant en klar forskjell i VO_{2maks} verdier mellom Rosenborg ($68 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) og Strindheim ($60 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Rosenborg vant serien dette året, samtidig som de deltok i Champions League. Strindheim endte sist på tabellen, og rykket ned. En signifikant positiv korrelasjon er også funnet mellom VO_{2maks} og høyintensitetsløping i fotball (50,58,78).

VO_{2maks} er en viktig del av den aerobe kapasiteten til en fotballspiller. VO_{2maks} er allikevel ikke ensbetydende med aerob kapasitet i fotball (80). Det er viktig for en fotballspiller å utvikle fotballspesifikk aerob kapasitet. Fotballprestasjonen avhenger i stor grad av hvor mye av VO_{2maks} en kan omsette i spesifikke fotballaktiviteter. Fotball er en idrett hvor intensiteten forandrer seg fort. En utvikling av den fotballspesifikke aerobe kapasiteten må derfor skje ved fotballøvelser på trening og i kamp. Det kan aldri være et mål for fotballspillere å utvikle den aerobe kapasiteten maksimalt. I stedet må den utvikles i forhold til de spesifikke kravene som en fotballkamp stiller, altså den må utvikles optimalt (44).

Ut i fra forskningen vet vi en del om den fysiske kapasiteten til fotballspillere, hvilke arbeidskrav som stilles i en fotballkamp, den fysiologiske belastningen gjennom en kamp og innvirkningen belastningen har på utførelse av ferdigheter. Basert på dette bør da utholdenhetstrening for fotballspillere gjennomføres med tanke på spesifikke mål. Dette bør være å prøve å øke antall sprinter og løp med høy intensitet i en kamp. Det bør også være et mål for utholdenhetstreningen å øke den fysiske kapasiteten slik at en klarer å opprettholde intensiteten lengst mulig utover i en kamp, og dermed unngå at tretthet påvirker tekniske og

taktiske elementer. Fotball er en idrett som har en lang konkurransesesong.

Utholdenhetstrening i de ulike fasene av en sesong bør derfor i større eller mindre grad også ha som mål å bygge en fysisk plattform som gjør at en tolererer store fysiske belastninger gjennom en hel sesong.

Hvordan trener fotballspillere?

De beste lagene utvikler seg stadig, og det er en tendens til økt fokus på fysisk kapasitet nå enn tidligere (78). Dette har også ført til en økning av treningsmengden de siste årene (80). En indikasjon på dette er at de aller fleste lagene i norsk tippeliga nå har egen trener med ansvar for den fysiske kapasiteten til spillerne.

Det er viktig for fotballspillere å trene på en mest mulig optimal måte for å utvikle seg som spillere og som lag. Når det gjelder utholdenhetstrening velger mange å gjennomføre dette med ball. Impellizzeri med flere (50) fant at det var ingen fysiologiske forskjeller som ble oppnådd ved vanlig intervalltrening (4x4) i forhold til spesifikk intervalltrening, også kalt småspill eller bokspill. De fant den samme økningen i både aerob kapasitet og grad av fysisk arbeid som ble gjennomført i kamp, hos begge grupper. De konkluderte dermed med at begge metodene for utholdenhetstrening er like effektive. De samme funnene er gjort i flere andre studier (52,66). Det stilles imidlertid krav til ferdigheter og organisering for at intensiteten skal bli høy nok ved slike øvelser (27,49). Lag i lavere divisjoner kan derfor få problemer med å oppnå tilfredsstillende belastninger ved bruk av denne metoden (84).

Utvikling og opprettholdelse av utholdenhet blir trent på både i fotballspesifikke treninger, og i mer generelle utholdenhetsøkter. For å få størst mulig utbytte av utholdenhetstreningen er det viktig at den styres individuelt riktig. Forskningen omkring distribuering av intensitet på trening har foreløpig tatt for seg individuelle idrettsgrener. For individuelle idrettsutøvere kan man skreddersy treningen til å passe best mulig for den enkelte utøver. Dette blir imidlertid mer komplisert når vi tar for oss utøvere som driver med lagidretter eller som trener sammen i grupper. Disse utøverne har gjerne ulik maksimal kapasitet og ulike terskler, noe som gjør det vanskeligere å tilpasse fellestreninger til hver enkelt utøver. Forskning omkring distribuering av intensitet i fotball er fortsatt en mangelvare.

Vi vet mye om hva fotballtreninger stort sett inneholder. Vi vet også at intensiteten varierer fra ulike treninger som har ulikt fokus. Hvordan fotballspillere på høyt nivå organiserer trening med tanke på intensitetsfordeling er allikevel usikkert. Det første steget for å finne ut mer om dette vil være å kvantifisere hvilken intensitetsfordeling lag på høyt nivå trener med.

Kvantifiseringsmetoder for treningsintensitet og belastning

Fysiologiske metoder

Inndeling av intensitetssoner blir ofte gjort på bakgrunn av hjertefrekvens (31,32,35,62,74).

Ulike hjertefrekvenssoner blir funnet på bakgrunn av testing i laboratorium. Sonene representerer bestemte hjertefrekvensverdier og danner grunnlag for kvantifiseringen.

Forskere mener det eksisterer to fysiologiske terskler som forekommer ved stigende arbeidsbelastninger. Disse tersklene har i hovedsak blitt koblet til en økning i ventilasjon og laktatproduksjon.

Kindermann med flere (57) var de første som beskrev aerob og anaerob terskel. Aerob terskel (LT_1) markerer den første økningen i blodlaktat, mens anaerob terskel (LT_2) representerer maksimal laktat steady state. En intensitet over LT_2 fører til at laktatproduksjonen overstiger laktatelimineringen, og intensiteten kan dermed ikke opprettholdes over lengre tid (12,25).

Lucia med flere (64) identifiserte to spesifikke ventilatoriske forandringer som korresponderte med aerob (LT_1) og anaerob terskel (LT_2). Den første ventilatoriske terskel blir kalt VT_1 og blir definert som det metabolske referansepunkt hvor ventilatorisk ekvivalent for oksygen øker uten økning i ventilatorisk ekvivalent for karbondioksid. Den andre terskelen kalles VT_2 , og defineres som det metabolske referansepunkt hvor både ventilatorisk ekvivalent for oksygen og for karbondioksid øker. I tillegg til at disse ventilatoriske tersklene skjer samtidig som forandringer i laktatverdier, er det også funnet at det forekommer forandringer i EMG aktivitet og konsentrasjonen av katekolaminer i blodet ved disse tersklene (21). I litteraturen blir det derfor ofte brukt en fellesbetegnelse av ventilasjons/laktatterskler (V/LT_1 og V/LT_2).

Selv om flere studier har funnet en overensstemmelse mellom laktat og ventilatorisk terskler (64, 85) er det allikevel gjort studier der en ikke har funnet en overensstemmelse mellom disse tersklene (2,20). De fleste studier som har til hensikt å kvantifisere intensitetsfordeling bruker imidlertid ventilatoriske terskler til grunn for inndeling av intensitetssoner (31,32,35, 62,74). Denne metoden blir sett på en valid metode for å finne disse fysiologiske tersklene (3).

Ved at man måler kontinuerlig hjertefrekvens under testing i laboratorium, finner man hjertefrekvensen på det tidspunkt man befinner seg på V/LT_1 og V/LT_2 . Kvantifisering av hjertefrekvens innenfor intensitetssonene er basert på et rettlinjert forhold mellom hjertefrekvens og arbeidsbelastning. Studier (56,81,86) har påvist et brudd i det linjerte

forholdet når arbeidsbelastningen overstiger $\sim VT_2$. Dette "heart deflection point" (14) forekommer ikke før etter intensiteten har passert VT_2 (55,81,86), og har derfor ikke praktisk konsekvens for etablering av intensitetssoner ved hjelp av hjertefrekvens. Disse fysiologiske markørene (VT_1/VT_2) danner dermed et meningsfullt grunnlag for å dele inn i tre intensitetssoner på bakgrunn av testing i laboratorium. Denne metoden for kvantifisering av hjertefrekvens er mer presis enn standardiserte treningssoner som er blitt utarbeidet (42). Dette fordi standardiserte treningssoner ikke er konstruert på bakgrunn av spesifikke fysiologiske forandringer som forekommer ved økende intensitet.

Hjertefrekvensen på tersklene forandrer seg veldig lite over tid selv om den fysiske formen forandrer seg. Når en trener for å bedre utholdenheten vil dette føre til at en kan løpe på en høyere hastighet på VT_1 og VT_2 , samt VO_{2maks} . Ved trening vil tersklene oftest få en absolutt høyreforskyvning på grunn av både økt VO_{2maks} og muskulære tilpasninger. Hjertefrekvensen på tersklene vil allikevel være relativt stabil selv om den fysiske formen endres (39,63). På grunn av dette er det da ikke nødvendig med flere laboratorietester gjennom sesongen for å identifisere hjertefrekvensen på tersklene.

Tid basert inndeling av treningsintensitet

Selv om studier (31,32,35,62,74) på dette området benytter seg av hjertefrekvensmålinger og inndeling av intensitetssoner, er det allikevel flere ulike metoder som blir brukt for analysering av data.

Metoden som er mest benyttet er "total tid i sone" metoden, der en kvantifiserer intensitetsfordeling basert på den totale tiden hjertefrekvensen ligger innenfor de tre ulike intensitetssonene i løpet av en treningsøkt (31,62,74). På bakgrunn av dette finner man prosentvis treningstid som blir gjennomført i de ulike intensitetssonene.

Problemet med denne metoden er at gjennomsnittlig hjertefrekvens over en hel treningsøkt kan underestimere både energikravet og det sympatiske stresset utøverne utsettes for ved bolker med høy intensitet. Dette bekreftes av Seiler og Kjerland (74), som fant at denne metoden korrelerte dårlig med både selvopplevd anstrengelse (session RPE) og laktatverdier.

Intervalltrening er et godt eksempel på dette. Toppidrettsutøvere bruker som oftest relativt lang tid på oppvarming og nedtrapping med lav intensitet. Benytter man gjennomsnittsverdier av hjertefrekvens gjennom hele økten, vil oppvarming og nedtrapping påvirke tiden i den laveste intensitetssonen. Intervalltrening skal være trening med høy intensitet. Benytter man

denne analysemetoden på den type trening vil en imidlertid se at mesteparten av treningen tilbringes i den laveste intensitetssonen ($\leq VT_1$). Dette er på grunn av at hjerterefrekvensen ligger for det meste i denne intensitetssonen gjennom oppvarming, pauser og nedtrapping. Dette kan danne et feil bilde av hvor hard den faktiske påkjenningen av en slik økt er. Gjennomførelse av en hard økt vil ikke være mindre belastende ved at en gjennomfører lengre oppvarming og nedtrapping. Med denne analysemetoden kan det allikevel se slik ut fordi prosentvis treningstid i de to hardeste intensitetssonene vil bli lavere jo lengre tid en tilbringer av treningen med en intensitet under VT_1 .

Denne kvantifiseringsmetoden er allikevel blitt benyttet i flere studier av denne typen (31,32,62,74). Lucia med flere (62) anvendte denne metoden for å kvantifisere hjerterefrekvens i forhold til VT_1 og VT_2 på Tour de France sykklister. Forfatterne mener denne metoden gir et valid svar på hvor stor del av treningsøkter og konkurranseøkter som blir gjennomført i de ulike hjerterefrekvenssonene.

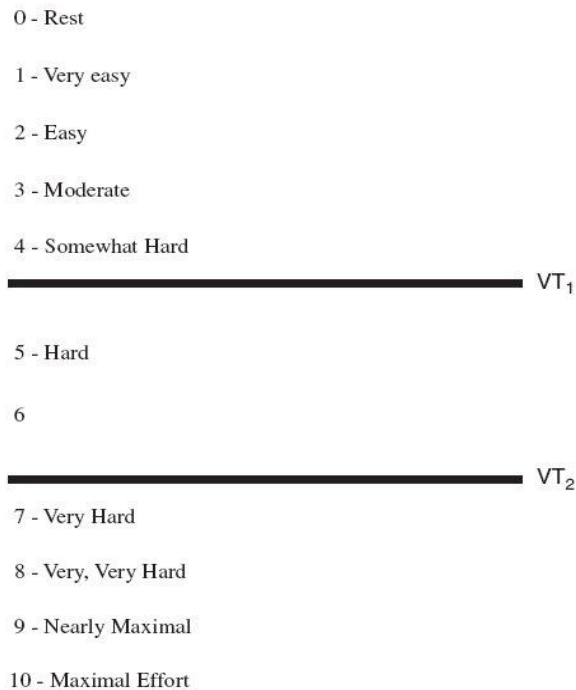
Nominal inndeling av treningsintensitet

Seiler og Kjerland (74) benyttet i tillegg til total tid i sone metoden, også en metode de kaller "session goal". Dette er en metode der de analyserte data på bakgrunn av hva som var hensikten med treningsøkten. Treningsøktene ble analysert som hele økter. Det vil si at hver økt ble kategorisert inn i en av intensitetssonene. Dette ble gjort ved at treningen ble delt inn i ulike kategorier for deretter å bli analysert på bakgrunn av hva som var målet med treningen. Ved steady state øktene benyttet de gjennomsnitt hjerterefrekvens for hele økten. Ved terskeltrening kvantifiserte de økten ved å benytte gjennomsnitt hjerterefrekvens ved spesifikke perioder der intensiteten var like høy som målet med økten. Ved intervalltrening ble økten kvantifisert ved gjennomsnitt hjerterefrekvens_{peak} på hver arbeidsperiode. Denne metoden viste seg å korrelere godt med selvopplevd anstrengelse (session RPE) og laktatverdier, i motsetning til total tid i sone metoden.

Subjektiv vurdering av treningsintensitet

Selvopplevd anstrengelse (session RPE) er en modifisert 10-punkt skala utviklet av Foster med flere (37,38,41), på bakgrunn av Borgs skala (15). Hensikten ved å bruke denne skalaen er at en får målinger av hvor tungt utøverne opplever treningsøkten totalt sett. Dette blir gjort ved at utøverne markerer på et skjema med verdier fra 0-10. Registrering av dette må skje 30 minutter etter hver trening for å sikre at selvopplevd anstrengelse referer til hele økten, og ikke treningsintensiteten i slutten av økten. Seiler og Kjerland (74) benyttet seg av session

RPE skalaen samtidig som de delte skalaen inn i tre ulike intensitetssoner. Verdien ≤ 4 ble kategorisert som lavintensitet. Fra 4,5 til og med 6,5 ble kategorisert som middelsintensitet og ≥ 7 ble kategorisert som høyintensitet. Session RPE- skalaen med forklaring og inndeling av intensitetssoner er vist i figur 3.



Figur 3. Session RPE skala, med inndeling av soner. Sone1 \leq VT₁, sone 2 mellom VT₁ og VT₂, sone 3 \geq VT₂. Hentet fra Seiler og Kjerland (74).

Treningsbelastning

Treningsbelastning blir av trenere ofte beskrevet som en ytre belastning, som for eksempel 4x4 min på 90 % av maks hjertefrekvens. Stimuli for treningsmessige adaptasjoner er imidlertid det relative fysiologiske stresset som en utøver blir utsatt for (indre belastning). Det er derfor viktig for trenere og utøvere å ha en valid metode for å kunne kontrollere den indre belastningen som utøveren blir utsatt for gjennom trening. Dette er spesielt viktig innenfor fotball der den planlagte ytre belastningen ofte er den samme for hele laget. Den indre belastningen kan imidlertid være svært ulik fra spiller til spiller.

Ulike metoder er blitt brukt for å kalkulere treningsbelastning basert på hjertefrekvens (7,30). Foster med flere (37,38) utviklet en alternativ metode basert på session RPE. Dette gjøres ved å multiplisere intensiteten (session RPE) med tiden (min) fra treningsøkten. Verdiene fra treningene summeres for en uke, og representerer ukentlig treningsbelastning. Forfatterne mener dette er en god og enkel metode for å kontrollere treningsbelastning og variasjon i

belastning. Studier har påvist en positiv korrelasjon mellom ulike hjertefrekvensmetoder og session RPE for å kalkulere treningsbelastning (1,16,23,24,40,51). I utgangspunktet var denne metoden beregnet på utholdenhetsutøvere. Metoden er allikevel benyttet innenfor både utholdenhetsidretter og lagidretter (1,23,24,37,40,50,51,83). Foster med flere (40) konkluderer med at denne metoden for å kalkulere treningsbelastning er en valid metode innenfor både tradisjonelle utholdenhetsidretter og lagidretter. Dette bekreftes av Impellizzeri med flere (51) som fant en positiv korrelasjon ($r = 0.50 - 0.85$) mellom bruk av session RPE og hjertefrekvens for å kalkulere treningsbelastning på fotballspesifikke treninger. Det er også funnet en positiv korrelasjon mellom bruk av session RPE, hjertefrekvens og blodlaktat under isolert intensiv fotballspesifikk småspill/boksspill (23). Det er innenfor fotball funnet høyest korrelasjon mellom hjertefrekvens og session RPE i treningsøkter med relativt rolig intensitet (1). Session RPE metoden til Foster (37,38) blir regnet som en valid og praktisk metode for å kalkulere treningsbelastning innenfor lagidrett (1,23,24,40,50,51).

Problemområde

Litteraturen viser at det eksisterer to ytterpunkter for hvordan utholdenhetstrening blir organisert med tanke på intensitetsfordeling. De blir i denne oppgaven beskrevet som den polariserte modellen og terskeltreningsmodellen. Det er foreløpig ikke blitt gjort noe forskning på dette området innenfor fotball, som vi har funnet. Om fotballspillere organiserer intensitetsfordeling etter en av utholdenhetsmodellene eller på en helt annen måte, er fortsatt uvisst. Vi vil prøve å finne mer ut om dette ved å kvantifisere treninger og kamper til et utvalg fotballspillere på høyt norsk nivå. Kvantifiseringen vil bli gjort både i oppkjøringsfase og sesong for å se om det finnes treningsmessige forskjeller mellom de to periodene.

Problemstilling

Hvordan organiserer et lag på høyt norsk nivå trening med tanke på intensitetsfordeling i oppkjøringsfase og sesong?

Hvordan organiseres treningen i de to periodene med tanke på treningsvolum og totalbelastning?

Metode

Forsøkspersoner

Totalt 15 profesjonelle fotballspillere fra et lag på nest høyeste nivå i Norge, deltok som forsøkspersoner gjennom datainnsamling i oppkjøringsfase og sesong 2008.

Forsøkspersonene ble på forhånd informert om prosjektet, at det var frivillig, og at de kunne trekke seg når som helst om de måtte ønske det. Deltakerne undertegnet et skriftlig samtykke for deltagelse i prosjektet.

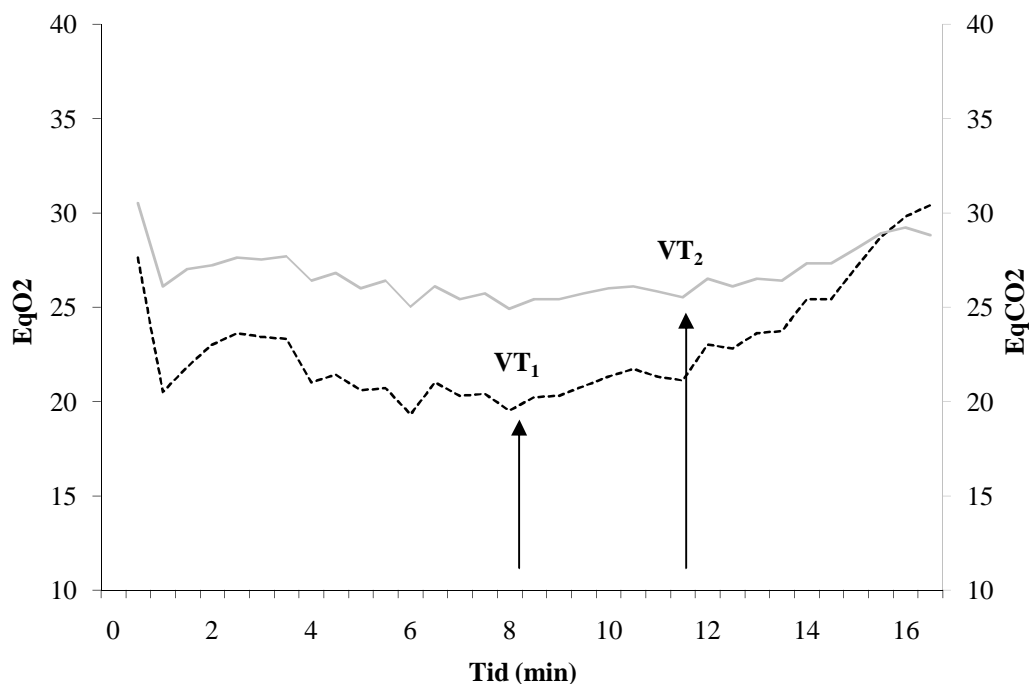
Det ble i forkant av den første datainnsamlingsperioden gjennomført målinger av høyde, vekt, kroppsfett og muskelmasse. Kroppsfett og muskelmasse ble målt ved hjelp av 8 punkts 6 frekvens bioimpedanse måling (In Body 720, Biospace Inc, Beverly Hills, CA).

VT/VO_{2maks} - test

Det ble gjennomført en VT/VO_{2maks} test en uke før datainnsamlingsperioden i oppkjøringsfasen for 11 av utøverne. Fire av utøverne gjennomførte samme testen flere uker tidligere. Testen er en trappetest til utmattelse som ble utført på tredemølle (Woodway, Ergo ELG 55; Weil am Rhein, Tyskland). Gassutvekslingen ble kontinuerlig målt med Oxycon Pro, "breath-by-breath" system (Jeager, Oxycon Pro; Breda, Nederland), og ble kalibrert etter instruks fra produsent. En PC koblet opp til tredemøllen styrte den valgte protokollen automatisk, slik at protokollen ble lik for alle forsøkspersonene. Testen startet med en hastighet på 7 km/t, som ble opprettholdt i fem minutter for å sikre at alle testvariabler ble riktig registrert. Etter fem minutter, fortsatte testen med en hastighetsøkning på 0,75 km/t hvert påfølgende minutt til utmattelse. VO_{2maks} ble definert som de høyeste gjennomsnittsverdiene i løpet av ett minutt.

Ventilatoriske terskler

VT₁ og VT₂ ble etablert på bakgrunn av ventilatorisk ekvivalent for oksygen (V_E / VO_2) og karbondioksid (V_E / VCO_2) som ble registrert under testen. Dette ble gjort ved at to erfarne personer satte tersklene uavhengig av hverandre. Ved uenighet ble en tredje person rådført. Et eksempel på hvordan de ventilatoriske tersklene ble bestemt er vist i figur 4.



Figur 4. Eksempel på hvordan de ventilatoriske tersklene (VT_1 og VT_2) ble bestemt. EqO_2 (VT_1) er representert ved den første pilen og $EqCO_2$ (VT_2) er representert ved den andre pilen. Figuren viser de ventilatoriske for én utøver. VT_1 ble funnet like etter passert 8 minutter, mens VT_2 ble funnet like før 12 minutter.

Hjertefrekvens

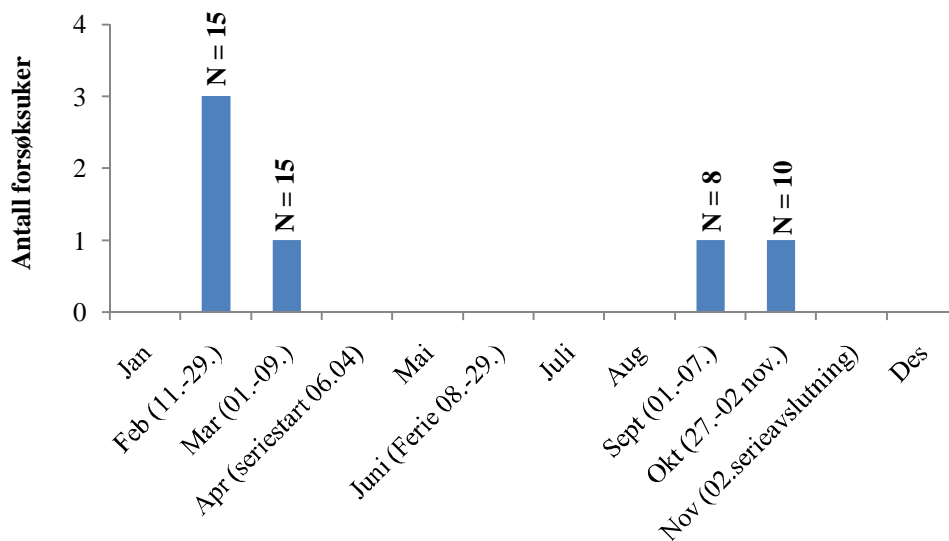
Hjertefrekvensen ble registrert kontinuerlig gjennom hele VO_{2maks} testen ved hjelp av pulsklokke (Polar, S610; Kempele, Finland). Pulsklokken og testen ble startet samtidig slik at en kunne finne hjertefrekvensverdiene ved det tidspunktet utøverne befant seg på VT_1 og VT_2 . På denne måten ble det på hver av spillerne delt inn i tre intensitetssoner basert på VT_1 og VT_2 . Intensitet under VT_1 ble kategorisert som sone 1, mellom VT_1 og VT_2 ble kategorisert som sone 2 og intensitet over VT_2 ble kategorisert som sone 3.

Datainnsamling

Den første datainnsamlingsperioden ble gjennomført gjennom fire sammenhengende uker i oppkjøringsfasen til sesongen 2008. 15 forsøkspersoner var tilgjengelige i denne perioden. De tre første ukene foregikk treningene på klubbens vanlige treningsfelt, mens den siste uken ble gjennomført på treningsleir. Datainnsamlingen i oppkjøringsfasen ble avsluttet fire uker før sesongstart.

Fire spillere byttet klubb på sommeren. Dette gjorde at det var 11 tilgjengelige forsøkspersoner til to uker med datainnsamling som vi gjennomførte mot slutten av sesongen.

Under den første datainnsamlingsuken i sesongen, var tre personer på landslagssamling. Dette gjorde at vi hadde åtte tilgjengelige forsøkspersoner denne uken. Denne uken ble det ikke spilt kamp. Den siste uken med datainnsamling som også var den siste uken i sesongen, hadde vi ti tilgjengelige forsøkspersoner. Treningene ble gjennomført på klubbens vanlige treningsfelt i begge ukene med datainnsamling i sesongen. En oversikt over tidspunkt for datainnsamlingsperiodene og antall forsøkspersoner er vist i figur 5.



Figur 5. Tidsmessig oversikt over datainnsamlingsperiodene og hvor mange forsøkspersoner som var tilgjengelig i de ulike periodene.

Under innsamlingsperiodene var det et tett samarbeidet med klubbens fysiske trener. Vi ble på forhånd enige om hvordan vi skulle gjennomføre innsamlingen av data på en best mulig måte for alle parter.

Den første uken i oppkjøringsfasen var det tilfeldigvis seks spillere som trente alternativt eller som var syke deler av uken. Den andre uken gjaldt dette fem spillere. Den tredje uken var det bare én spiller, mens den siste uken var det tre spillere. I sesongen fulgte alle de tilgjengelige det normale treningsopplegget.

Det ble samlet inn treningsdata på totalt 569 økter gjennom oppkjøringsfase og sesong. I oppkjøringsfasen ble det registrert 378 utholdenhetsøkter og 94 styrkeøkter.

Utholdenhetsøkter ble kategorisert ved at øktene ble registrert med pulsfil og session RPE verdi. 74 utholdenhetsøkter og 28 styrkeøkter ble gjennomført av spillere som trente

alternativt eller som bare var delvis med i treningsuken. Det ble da gjennomført 304 utholdenhetsøkter og 66 styrkeøkter for de resterende som fulgte det normale treningsopplegget. I sesongen ble det registrert 78 utholdenhetsøkter og 19 styrkeøkter.

Den siste uken med datainnsamling i sesongen ble avsluttet med en kamp. Det ble ikke samlet inn treningsdata på noen av spillerne fra denne økten. Dette var på grunn av at pulsbeltet ikke skulle forstyrre spillerne i en tellende kamp. Det ble derfor estimert treningsdata fra denne kampen basert på tidligere kamper vi hadde treningsdata fra.

Hjertefrekvens

For å kunne kvantifisere treningsintensitet benyttet spillerne pulsbelte på alle treningsøkter og treningskamper under datainnsamlingsperiodene, bortsett fra styrkeøkter. Vi benyttet oss av Polar Team System hvor spillerne hadde hvert sitt nummererte belte som lagret informasjon fra treningsøkten. Etter hver trening ble beltene samlet inn og filene ble overført til PC, og programvaren Polar Precision PerformanceTM SW. I dette programmet hadde hver spiller sin egen treningsdagbok. I forkant av datainnsamlingen ble spillernes intensitetssoner lagt inn i programmet, på bakgrunn av VT/VO_{2maks} testen. På denne måten kunne vi kvantifisere hvor lang tid hver enkel utøver tilbrakte i hver intensitetszone i løpet av hver økt.

Subjektiv metode

Det ble også samlet inn data om hvor hardt utøverne selv opplevde treningsøktene. Dette ble gjort ved at vi benyttet session RPE. Utøverne markerte på et skjema med verdier fra 0-10. Registrering av dette skjedde 30 minutter etter hver trening. Utøverne fikk på forhånd en forklaring på hvordan skalaen skulle brukes. Det var viktig å presisere at de skulle gi en ærlig vurdering av økten i forhold til hvordan de opplevde den, ikke hvordan den egentlig skulle gjennomføres. Det var viktig at det var spillernes egen oppfatning som kom frem, ikke trenernes eller andre spilleres oppfatning.

Treningsdagbok

På hver utøver ble det ført treningsdagbok hvor treningstype, treningstid, session RPE verdi og eventuelle bemerkninger ble ført inn. Styrkeøktene ble registrert med tid, men ikke med session RPE. I starten på hver uke ble forrige ukes treningsdagbok samlet inn.

Kvantifisering og bearbeiding av data

Treningstid og frekvens

Treningstid ble kvantifisert på bakgrunn av effektiv treningstid utøverne gjennomførte. Dette vil si at dødtid ble tatt bort. Dette kan for eksempel være pauser i kamp, eller at spillerne satt med pulsbelte i garderoben før og etter en treningsøkt. Dette ble gjort ved å sammenligne treningstiden som ble rapportert i treningsdagboken med treningstiden fra pulsfilen. Det ble også skilt mellom spillere som fulgte det normale treningsopplegget og spillere som trente alternativ eller var syke.

Hjertefrekvens

Total tid i sone

Programvaren Polar ProTrainer 5TM ble benyttet i analysearbeidet. Hver spiller hadde en treningsdagbok på dette programmet, hvor deres fysiologiske variabler ble lagt inn på bakgrunn av VT/VO_{2maks} testen. Pulsfiler ble lagt inn i programmet og det ble regnet ut tid og prosentandel spillerne tilbrakte i hver sone på hver trening.

Data ble deretter overført til Excel, hvor treningstid ble summert innenfor hver intensitetssone for oppkjøringsfase og sesong. Prosentandel i de ulike sonene ble kalkulert for hver periode. Dette ble gjort med hver av spillerne, for til slutt å finne gjennomsnittet av alle. Gjennomsnitt treningstid \pm standard avvik oppgitt som prosent i de ulike sonene, danner grunnlag for resultatet.

Session goal

Ved denne analysemetoden ble pulsfilene håndtert på samme måte som i total tid i sone metoden. Forskjellen mellom metodene ligger i analysearbeidet. Hele økter ble i denne metoden kategorisert inn i en av de tre intensitetssonene (nominal inndeling). Inndelingen ble gjort ved at treningsøkter ble kategorisert inn i den høyeste intensitetssonen hvor ≥ 10 min ble tilbrakt i løpet av en treningsøkt. Øktene i de forskjellige sonene ble deretter summert for hver spiller. Resultatet ble kalkulert som gjennomsnitt andel treningsøkter i de forskjellige intensitetssonene basert på alle spillerne.

Subjektiv metode

Session RPE ble også analysert ved at hele treningsøkter ble kategorisert inn i en av de tre intensitetssonene. Intensitetssonene ble opprettet på bakgrunn av en inndeling av session RPE- skalaen i tre intensitetssoner (74). Verdier ≤ 4 ble kategorisert som lavintensitet. Fra 4,5

til og med 6,5 ble kategorisert som middelsintensitet og ≥ 7 ble kategorisert som høyintensitet. Treningsøktene ble summert innenfor hver sone på hver spiller gjennom de to datainnsamlingsperiodene. Til slutt ble gjennomsnitt treningsøkter i de forskjellige sonene kalkulert basert på alle spillerne i utvalget. Prosentandelen i de ulike sonene ble deretter kalkulert, og presentert som resultat.

Treningsbelastning

Treningsbelastning ble funnet ved at treningsdata for hver enkelt spiller ble ført inn i en Excel regneark, hvor variablene ble kalkulert (tabell 4). Treningstiden i minutter ble multiplisert med verdien fra session RPE for en økt. Dette utgjorde belastningen for en treningsøkt. Summen av belastningen fra alle treninger i en uke utgjorde den totale treningsbelastningen for uken. Treningsbelastning blir oppgitt som arbitrary units (AU).

Det ble ikke registrert session RPE på styrkeøktene. Dette gjorde at det ble en liten underestimert av den ukentlige belastningen. På grunn av dette ble det også regnet ut ukentlig belastning som inkluderer styrkeøktene. Dette ble gjort ved at alle styrkeøktene ble gitt en estimert session RPE verdi på 4,5. Denne verdien ble valgt på bakgrunn av hvilke session RPE verdier som er blitt rapportert som vanlige for styrkeøkter i flere studier (24,75, 79). En kalkulasjonstabell for treningsbelastning er vist i tabell 4.

Tabell 4. Kalkulasjonstabell som basert på treningstid og session RPE etablerer treningsbelastning.

Navn:				
Uke	Treningstype	Treningstid (min)	Session RPE	Treningsbelastning
Mandag	Intervall	44	8	
Mandag	Fotball	100	7	1052
Mandag				0
Tirsdag				0
Tirsdag	Fotball	119	9	1071
Tirsdag				0
Onsdag	Fotball	104	6	624
Onsdag				0
Onsdag				0
Torsdag	Langkjøring	73	5	
Torsdag	Fotball	83	5	780
Torsdag				0
Fredag	Fotball	100	6	600
Fredag				0
Fredag				0
Lørdag	Kamp	136	8	1088
Lørdag				0
Lørdag				0
Søndag				0
Søndag				0
Søndag				0
Treningstimer for uken (t)		12,7	Stdav	432
Belastning for uken		5215		

Statistisk analyse

Deskriptive data ble presentert som gjennomsnitt \pm standard avvik. Prosentfordeling mellom intensitetszone 1, 2 og 3 basert på de tre ulike måtene å analysere data på ble sammenlignet med repeated measures ANOVA for hver intensitetszone. Analyser ble utført ved hjelp av Microsoft Excel 2007 og SPSS 16.0. En p verdi på ≤ 0.05 ble fastsatt som statistisk signifikant. Det ble ikke testet om det var signifikant forskjell mellom de ulike måleparametrene i oppkjøringsfase og sesong, på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

Resultater

Karakteristikk av forsøkspersonene

Forsøkspersonenes alder, høyde, kroppsvekt, muskelmasse og fettprosent er presentert i tabell 5. Deskriptive data fra fysiologisk testing er presentert i tabell 6.

Tabell 5. Fysisk karakteristikk av forsøkspersonene.

N = 15		Gjennomsnitt	SD
Alder	(år)	24,1	5,2
Høyde	(cm)	181,3	5,4
Kroppsvekt	(kg)	77,6	5,4
Muskelmasse (N=9)	(kg)	40,4	2,4
Kropps fett (N=9)	(%)	10,5	2,2

Verdiene er presentert som gjennomsnitt og standard avvik (SD).

VT/VO_{2maks} test

Tabell 6. Resultater fra fysiologisk testing.

N = 15		Gjennomsnitt	SD
VO _{2maks}	(l·min ⁻¹)	4,5	0,3
VO _{2maks}	(ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	58	3
RER _{peak}		1,13	0,04
V _E	(l·min ⁻¹)	151	14
HF _{maks}	(slag·min ⁻¹)	189	9
VO ₂ ved VT ₁	(ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	36	5
VO ₂ ved VT ₂	(ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	45	4
VT ₁ % av VO _{2maks}		64	5
VT ₂ % av VO _{2maks}		79	5
HF ved VT ₁	(slag·min ⁻¹)	147	13
HF ved VT ₂	(slag·min ⁻¹)	164	11
VT ₁ % av HF _{maks}		78	5
VT ₂ % av HF _{maks}		87	4

VO_{2maks}: maksimalt oksygenopptak; RER: respiratorisk utvekslingsforhold; V_E: ventilasjon; HF_{maks}: maksimal hjertefrekvens; VT₁: den første ventilatoriske terskel; VT₂: den andre ventilatoriske terskel.

Treningstid og frekvens

Treningsfrekvens og treningstid per uke vil bli oppgitt for spillerne som trente som normalt om ikke annet blir oppgitt. Spillere som trente alternativt eller som ikke gjennomførte hele

treningsuker blir dermed utelatt fra gjennomsnittsverdiene. Kamper blir i begge periodene inkludert i utregningene.

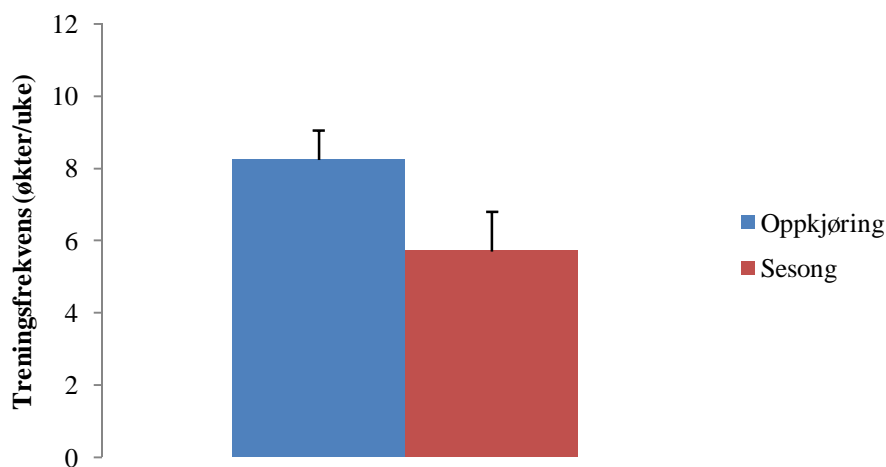
Spillerne trente totalt $8,3 \pm 0,8$ økter i uken gjennom fire uker i sesongoppkjøringen.

Treningsfrekvensen varierte fra $7,4 \pm 0,9$ økter per uke til $9,0 \pm 1,2$ økter per uke.

Styrketrening utgjorde $1,5 \pm 0,5$ treningsøkt per uke. De resterende øktene var ulike typer fotballøkter, utholdenhetsøkter, restitusjonsøkter og kamp. Frekvensen på disse øktene var i gjennomsnitt $6,8 \pm 1,1$ økter per uke.

Regner en også med spillerne som trente alternativt eller fikk deler av treningsukene ødelagt på grunn av skade eller sykdom, trente hele gruppen i gjennomsnitt $7,9 \pm 0,9$ økter per uke. Styrketrening utgjorde av dette $1,6 \pm 0,5$. De resterende øktene utgjorde $6,3 \pm 1,3$ økter per uke.

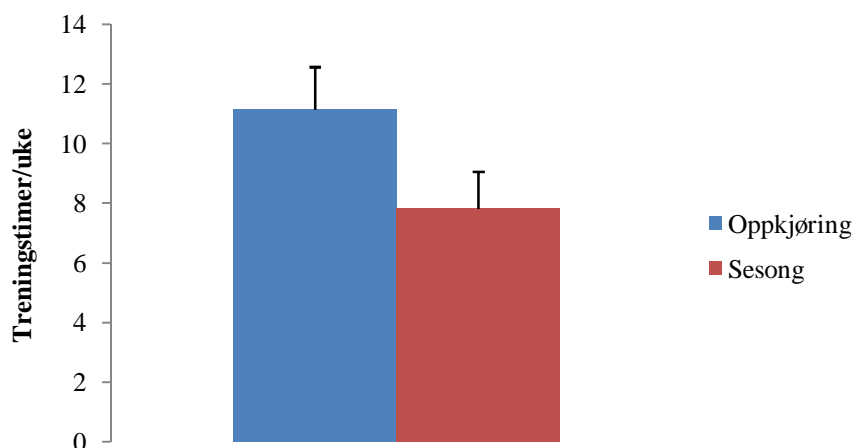
I sesongen trente spillerne totalt $5,7 \pm 1,1$ treningsøkter per uke. Treningsfrekvensen varierte mellom de to ukene fra $4,9 \pm 0,3$ til $6,5 \pm 0,9$ økter per uke. En oversikt over treningsfrekvensen i oppkjøringsfase og sesong er vist i figur 6.



Figur 6. Gjennomsnitt \pm standard avvik treningsfrekvens i oppkjøringsfase og sesong. Statistisk sammenligning ble ikke gjennomført på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

I oppkjøringsfasen trente spillerne $11,1 \pm 1,5$ timer per uke (variasjonsbredde = $10,3 \pm 1,9$ - $12,9 \pm 1,4$). Inkludert de som trente alternativt trente spillerne $10,2 \pm 2,4$ timer per uke (variasjonsbredde = $8,6 \pm 2,8$ til $11,6 \pm 2,3$).

I sesongen trente spillerne $7,8 \pm 1,3$ timer per uke, noe som var likt for begge ukene. En oversikt over antall treningstimer i oppkjøringsfase og sesong er vist i figur 7.



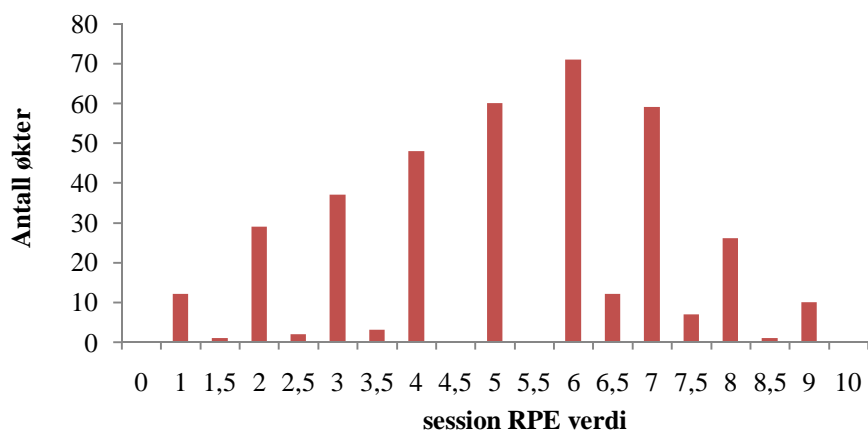
Figur 7. Gjennomsnitt ± standard avvik treningstimer gjennomført i oppkjøringsfase og sesong. Statistisk sammenligning ble ikke gjennomført på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

Treningsintensitet

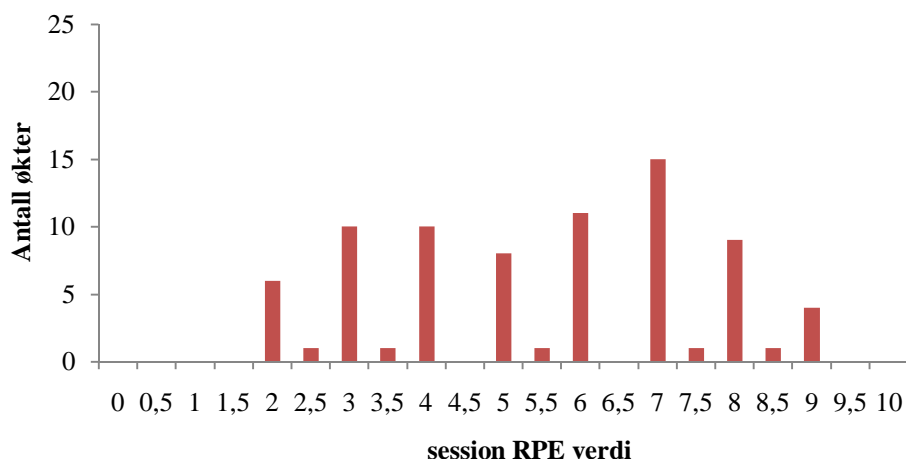
Intensitetsfordelingen vil inkludere alle treningsøkter i oppkjøringsfase og sesong (N = 456), bortsett fra styrkeøktene (N=113) som det ikke ble innhentet data fra. Kampene er i begge periodene analysert og omtalt som treningsøkter. Spillere som trente alternativt eller som trente bare deler av ukene er også inkludert i utregningene. Intensitetsfordelingen ble omtrent den samme om de skadede/syke spillerne ble ekskludert fra beregningen.

Selvopplevd anstrengelse

Frekvensfordeling av session RPE verdier hentet fra treningsøktene i oppkjøringsfase (N=378) og sesong (N=78) er presentert i figur 8 og 9.



Figur 8. Frekvensfordeling av session RPE verdier registrert fra 378 treningsøkter i oppkjøringsfase.

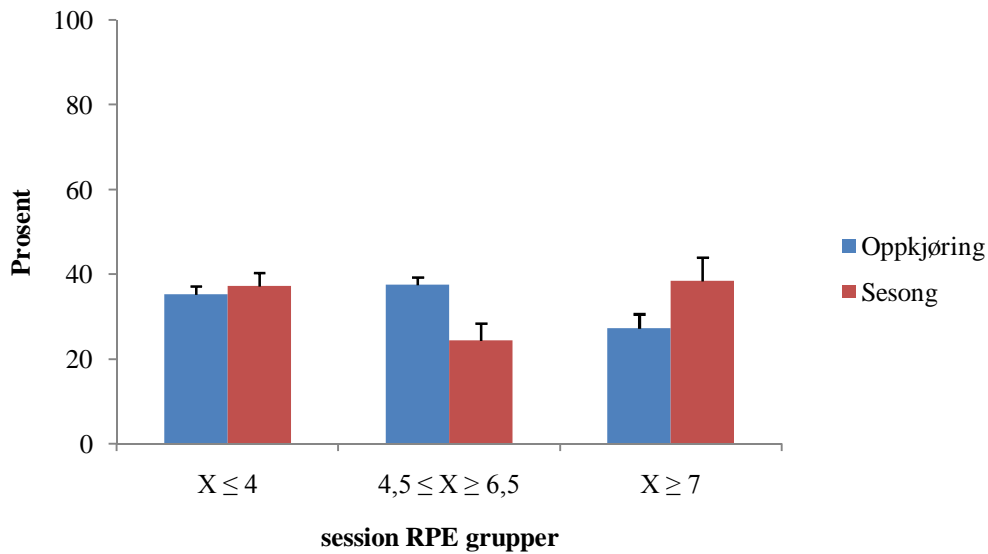


Figur 9. Frekvensfordeling av session RPE verdier registrert fra 78 treningsøkter i sesongen.

Når frekvensfordelingen av session RPE verdiene ble kategorisert inn i tre intensitetssoner, ble intensitetsfordelingen i oppkjøringsfasen at 35 ± 2 % rapportert som 4 eller lavere (sone 1). $38 \pm 1,8$ % av øktene ble rapportert fra og med 4,5 til og med 6,5 (sone 2) og $27 \pm 3,5$ % ble rapportert fra og med verdien 7 (sone 3).

I sesongen ble intensitetsfordelingen basert på session RPE at $37 \pm 3,2$ % rapportert som 4 eller lavere (sone 1). $24 \pm 4,1$ % av øktene ble rapportert fra og med 4,5 til og med 6,5 (sone 2) og $38 \pm 5,6$ % ble rapportert fra og med verdien 7 (sone 3).

En prosentfordeling av øktene i de ulike intensitetssonene basert på session RPE verdier er presentert i figur 10.



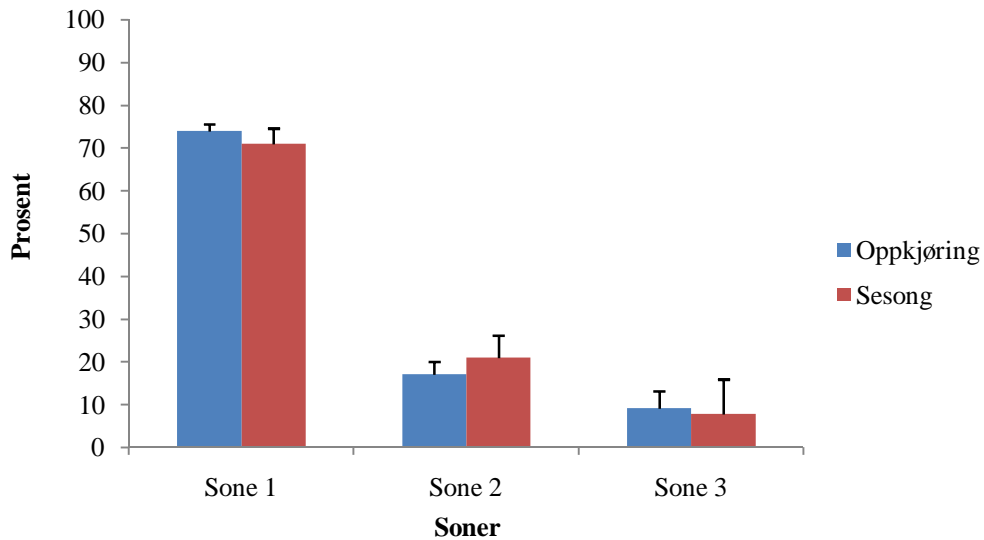
Figur 10. Gjennomsnitt og standard avvik prosentfordeling av intensitetsfordeling basert på session RPE. Fremstillingen viser en sammenligning av data hentet fra oppkjøringsfase og sesong 2008. Statistisk sammenligning ikke utført på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

Hjertefrekvens analyse

Total tid i sone metoden

Intensitetsfordelingen basert på hjertefrekvensinndeling i oppkjøringsfasen var at 73 ± 2 % av den totale treningstiden ble tilbrakt i sone 1, 18 ± 3 % i sone 2, og 9 ± 4 % i sone 3.

Intensitetsfordelingen basert på denne metoden ble omtrent den samme i sesongen. 71 ± 4 % av den totale treningstiden tilbrakt i sone 1, 21 ± 5 % i sone 2 og 8 ± 8 % i sone 3. En prosentfordeling av den totale tiden tilbrakt i de ulike intensitetssonene i oppkjøringsfase og sesong er vist i figur 11.



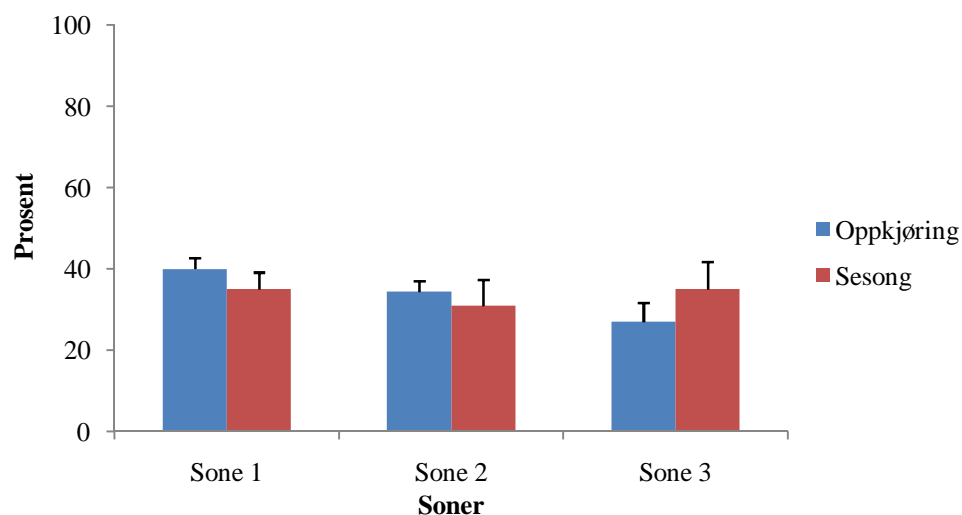
Figur 11. Gjennomsnitt og standard avvik prosentfordeling av treningstid i de ulike intensitetssonene for oppkjøringsfase og sesong. Statistisk sammenligning ikke utført på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

Session goal metoden

Når øktene i oppkjøringsfasen ble analysert på bakgrunn av session goal metoden ble intensitetsfordelingen at 40 ± 3 % av øktene ble gjennomført som sone 1 økter, 34 ± 3 % som sone 2 økter, og 27 ± 5 % som sone 3 økter.

På de to ukene i sesongen ble intensitetsfordelingen basert på denne metoden at 35 ± 4 % av øktene ble gjennomført som sone 1 økter, 31 ± 6 % som sone 2 økter, og 35 ± 7 % som sone 3 økter.

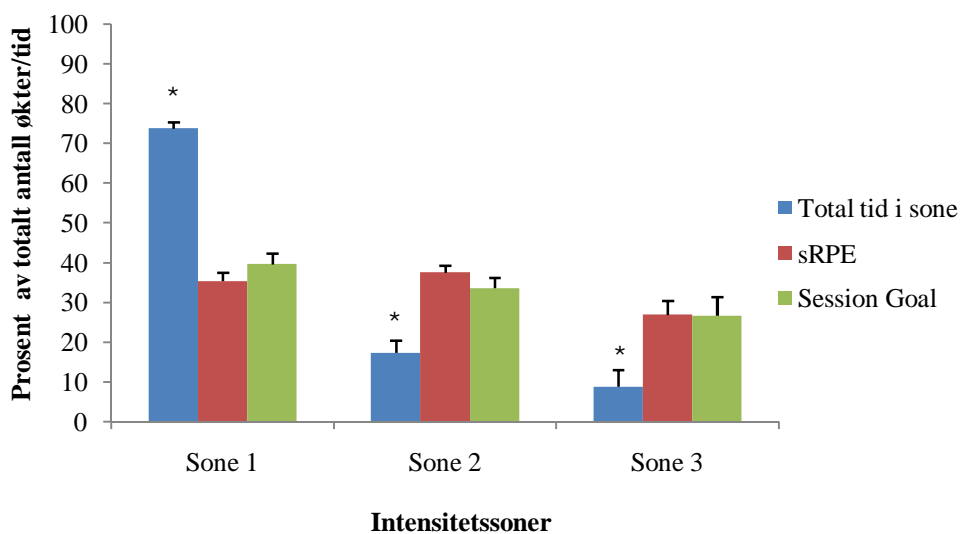
En prosentfordeling av økter i de ulike intensitetssonene for oppkjøringsfase og sesong er presentert i figur 12.



Figur 12. Gjennomsnitt og standard avvik prosentfordeling av intensitetsfordeling basert på session goal metoden for oppkjøringsfase og sesong. Statistisk sammenligning av de to periodene ble ikke utført på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

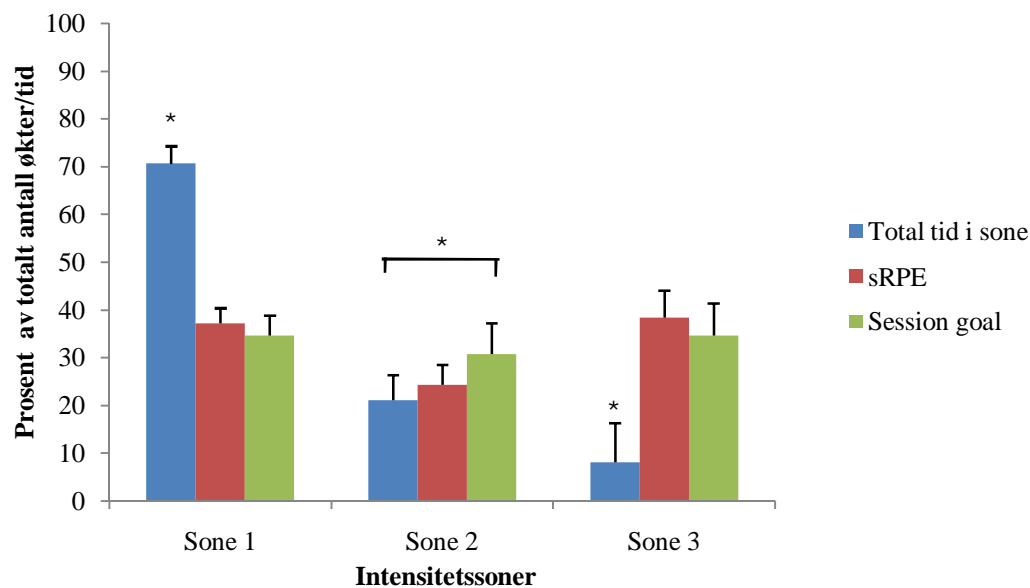
Sammenligning av tre kvantifiseringsmetoder

Det var ikke en signifikant forskjell mellom kvantifisering ved hjelp av session RPE og session goal i noen av intensitetssonene i oppkjøringsfasen. Det var derimot en signifikant forskjell mellom kvantifisering ved hjelp av disse metodene og total tid i sone metoden i alle de tre intensitetssone. Figur 13 viser en sammenligning av de tre ulike metodene vi benyttet for å kvantifisere intensitetsfordeling i oppkjøringsfasen.



Figur 13. Gjennomsnitt og standard avvik intensitetsfordeling i de ulike intensitetssonene i oppkjøringsfasen. * $p \leq 0,05$ mellom sRPE/session goal og total tid i sone kvantifiseringsmetode. N = 15.

I sesongen var det heller ikke en signifikant forskjell mellom kvantifisering ved hjelp av session RPE metoden og session goal metoden i noen av intensitetssonene. Det var en signifikant forskjell mellom disse to metodene og total tid i sone metoden i sone 1 og sone 3. I sone 2 var det derimot ikke en signifikant forskjell mellom total tid i sone og session RPE metoden. Det var likevel en signifikant forskjell mellom total tid i sone metoden og session goal metoden. Figur 14 viser en sammenligning av de tre ulike metodene vi benyttet for å kvantifisere intensitetsfordeling i sesongen.



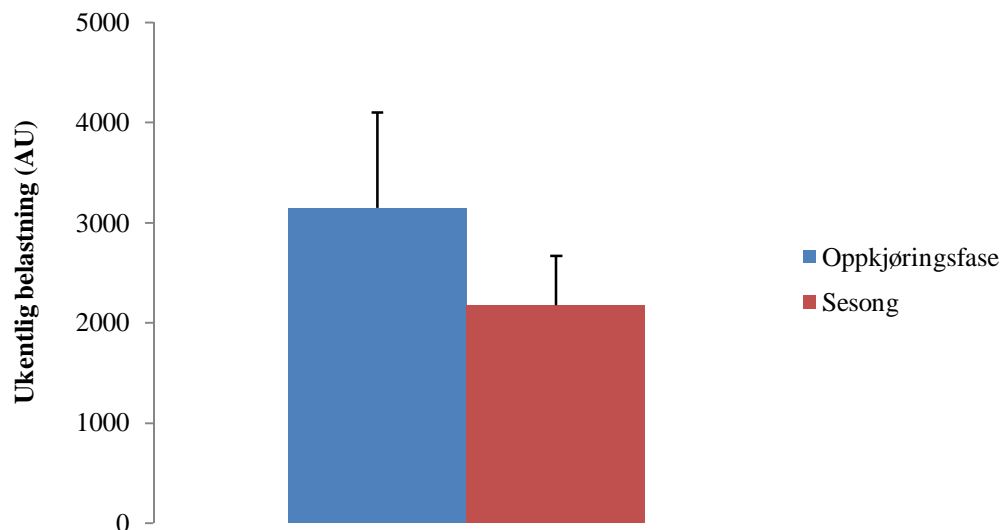
Figur 14. Gjennomsnitt og standard avvik intensitetsfordeling i de ulike sonene i sesongen. * $p \leq 0,05$ mellom sRPE/session goal og total tid i sone kvantifiseringsmetode i sone 1 og 3. * $p \leq 0,05$ mellom total tid i sone og session goal i sone 3. N = 11.

Treningsbelastning

De kampklare spillerne trente med en ukentlig belastning på 3148 ± 955 AU gjennom fire uker i oppkjøringsfasen. Regner en med spillere som trente alternativt eller som fikk deler av uken ødelagt av skade eller sykdom, trente hele gruppen med en gjennomsnittlig ukentlig belastning på 2739 ± 1128 AU.

Det ble trent med relativt stor variasjon med tanke på belastning fra uke til uke. Den andre uken var den desidert hardeste uken med en belastning på 4247 ± 655 AU. Den tredje uken trente spillerne med en belastning på 3255 ± 724 AU, noe som er godt over belastningen fra de to letteste ukene. De to letteste ukene var den første og den siste uken med belastninger på henholdsvis 2646 ± 840 AU og 2446 ± 553 AU.

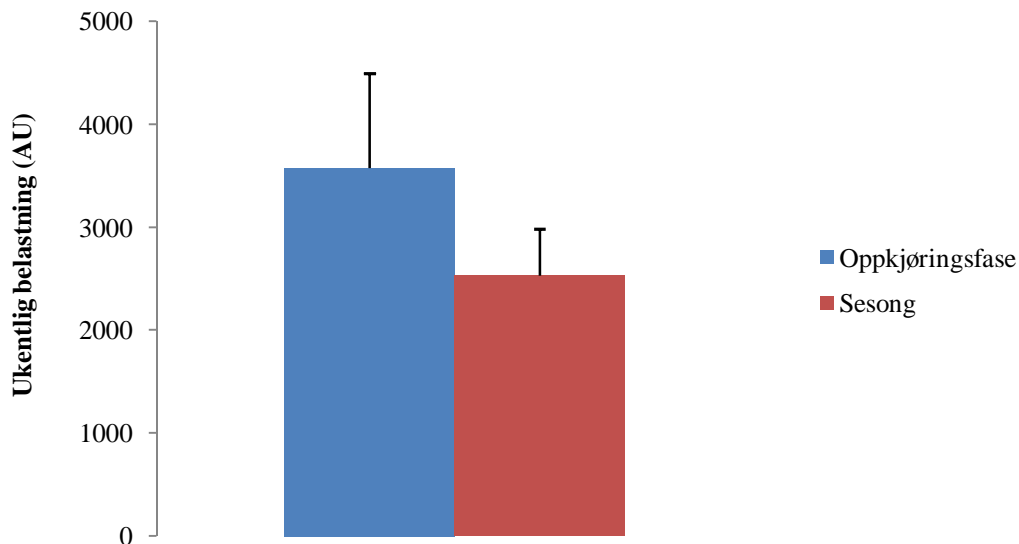
I løpet av de to ukene i sesongen trente spillerne med en gjennomsnittbelastning på 2179 ± 491 AU. Belastningen varierte fra 2145 ± 500 AU den første uken til 2213 ± 508 AU den andre uken. Gjennomsnittbelastning i oppkjøringsfase og sesong er vist i figur 15.



Figur 15. Sammenligning av gjennomsnitt \pm standard avvik treningsbelastning i oppkjøringsfase og sesong. Statistisk sammenligning ble ikke utført på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

Belastning inkludert estimert belastning fra styrkeøktene er også blitt kalkulert.

Gjennomsnittlig ukentlig belastning i oppkjøringsfasen ble da 3577 ± 920 AU. Belastningen varierte fra 3242 ± 743 AU den første uken til 4600 ± 668 AU den andre uken. Belastningen de to siste ukene i denne perioden var på 3734 ± 666 AU og 2791 ± 588 AU. I sesongen var belastningen på 2550 ± 508 AU den første uken og 2522 ± 428 AU den andre uken. Figur 16 viser en sammenligning mellom belastning i oppkjøringsfase og sesong basert på data som ble innhentet i tillegg til estimerte session RPE verdier for styrkeøktene.



Figur 16. Sammenligning av gjennomsnittlig \pm standard avvik ukentlig belastning mellom oppkjøringsfase og sesong, inkludert estimerte verdier fra styrkeøkterne. Statistisk sammenligning ble ikke utført på grunn av ulikt antall spillere i de to periodene.

Diskusjon

Hensikten med denne studien var å kvantifisere treningsorganiseringen til et fotballag på høyt norsk nivå. I hovedsak er denne typen studier blitt gjennomført på utholdenhetsidretter, og er dermed en mangelvare innenfor fotball.

Hovedfunnene var at fotballspillere distribuerer intensitetsfordeling på trening ganske annerledes enn det som er karakteristisk for utholdenhetsutøvere på høyt nivå. For fotballspillere ser det ut til at omtrent like mange treningsøkter blir gjennomført i de tre ulike intensitetssonene, både i oppkjøringsfase og sesong. Selv om mønsteret på intensitetsfordelingen var nokså likt i begge periodene, så vi ut fra resultatene en tendens til en høyreforskyvning i henhold til mer trening med høy intensitet i sesongen.

På den andre siden rapporterte gruppen om færre treningstimer og lavere treningsfrekvens i sesongen i forhold til i oppkjøringsfasen. Spillerne trente omtrent 2,5 økter per uke mer i oppkjøringsfasen enn i sesongen, og i overkant av 3 treningstimer mer per uke. Dette gjorde seg utslag i gjennomsnitt treningsbelastning som var relativt mye mindre (~ 1000 AU) i sesongen sammenlignet med oppkjøringsfasen. Treningsbelastningen var relativt lik i de to datainnsamlingsukene i sesongen. I oppkjøringsfasen varierte derimot treningsbelastningen fra veldig høy belastning den hardeste uken, til omtrent halvparten av dette den letteste uken.

Den letteste uken i oppkjøringsfasen var på omtrent samme belastningsnivå som det vi så i sesongen.

I samsvar med Seiler og Kjerland (74) fant heller ikke vi at det var noen signifikant forskjell mellom kvantifisering på bakgrunn av subjektiv vurdering av øktene (session RPE) og hjertefrekvensmålinger (Session goal). Kvantifisering på bakgrunn av hjertefrekvens og total tid i sone metoden gav derimot et ganske annerledes bilde av intensitetsfordelingen. Bortsett fra i intensitetssone 2 i sesongen, fant vi signifikante forskjeller mellom total tid i sone metoden og session goal/session RPE.

Belastningene spillerne trente med i sesongen og den letteste uken i oppkjøringsfasen, er omtrent på samme nivå med verdier rapportert av Impellizzeri med flere (51), som fant en gjennomsnittsbetlastning på omtrent 2500 AU gjennom de første syv ukene av fotballeesongen. I likhet med resultatene våre, fant Impellizzeri (50) at en gruppe fotballspillere trente med en gjennomsnittsbetlastning i sesongen på $\sim 2800 \pm 300$ AU, som var signifikant mindre enn i oppkjøringsfasen 3500 ± 200 AU. Foster med flere (37) rapporterte om ukentlige belastninger for elite skøyteløpere på rundt 3700 AU, hvor de varierte fra i overkant av 2000 AU per uke til i underkant av 5000 AU. Det er også blitt rapporter om treningsbetlastninger på omtrent 3500 AU per uke for Australske svømmere (83).

Resultatene fra kvantifisering basert på total tid i sone metoden viser at en klar hovedvekt av treningstiden blir gjennomført med lett betlastning. Likevel er treningstiden tilbrakt under VT_1 relativt mye mindre enn hva Seiler og Kjerland (74) fant for en gruppe elite junior langrennsløpere (91 % $\leq VT_1$, 6,4 % mellom VT_1 og VT_2 , 2,6 % $\geq VT_2$). Resultatene viser omtrent samme intensitetsfordeling som Esteve Lanao (31) fant på en gruppe godt trente utholdenhetsløpere (71 % $\leq VT_1$, 21 % mellom VT_1 og VT_2 , 8 % $\geq VT_2$). Denne metoden var signifikant forskjellig fra de to andre metodene vi benyttet. Total tid i sone metoden er en populær metode å bruke i treningsevaluering både for mosjonister og utøvere på høyere nivå. Dette har sannsynligvis en sammenheng med at Polars programvare for hjertefrekvensanalyse (Polar Precision Performance SW 3.0 og Polar ProTrainer 5TM) anvender denne metoden når hjertefrekvens skal kvantifiseres i forhold til individuelle terskler. Ut i fra våre resultater, samt resultatene til Seiler og Kjerland (74), ser vi at denne metoden underestimerer den faktiske fysiske betlastningen utøverne blir utsatt for gjennom trening. Metoden er likevel foreslått som en god metode for å kvantifisere intensitetsfordeling hos syklister (62). Metoden egner seg sannsynligvis best innenfor treningsøkter hvor intensiteten er på et steady state nivå.

Session goal metoden er tilnærming som er foreslått som en god metode for å kvantifisere intensitet (74). Det finnes imidlertid ingen andre publiserte studier som har benyttet denne metoden. Spørsmålet rundt denne metoden slik den er brukt i denne studien, er hvor grensene skal settes mellom de tre ulike intensitetssonene. På bakgrunn av tidligere forskningspraksis ble treningsøktene kategorisert inn i den høyeste intensitetssonen hvor ≥ 10 min av treningsøkten ble tilbakelagt. Det er foreløpig ingen fasitsvar på hvor lang tid en må tilbringe i en sone for at en skal kunne kategorisere en hel økt inn i den sonen. Dette er utfordringen knyttet til denne metoden. Det var imidlertid viktig å ha en klar regel for hvor grensen skulle gå, slik at dette ble identisk for hver spiller. Når man trener og overstiger en terskel over en viss tid, vil dette føre til at kroppen blir utsatt for et økt stress som fører til hormonelle forandringer som igjen har innvirkning på balansen til det autonome nervesystemet (73). Dette vil da føre til lengre restitusjonstid selv om en går tilbake til lett intensitet på treningen. Det har altså en fysisk kostnad å overstige en terskelverdi over en viss tid (73). Eksakt hvor lang tid det tar for at disse fysiologiske forandringene skjer, er vanskelig å si. 10 minutter er en kvalifisert antagelse basert på samtaler med flere fagfolk, og ser ut til å fungere bra. Eksempelvis vil hjertefrekvensen i en typisk 4x4 intervalløkt ligge ca 10-12 minutter i sone 3 ($\geq VT_2$). En slik type treningsform er kjent som veldig intensiv trening. Det beste argumentet for at dette er en tidsgrense som fungerer bra, er imidlertid at det ikke er en signifikant forskjell mellom denne metoden og spillernes egen opplevelse av øktene (session RPE) både i oppkjøringsfase og sesong. Dette blir også bekreftet av Seiler og Kjerland (74) som ikke fant signifikante forskjeller mellom disse to metodene.

Intensitetsmåling i idretter hvor intensiteten varierer mye er en utfordring. Skal en danne et bilde av den indre belastningen en spiller blir utsatt for i kamp eller trening er hjertefrekvens, laktat og subjektiv evaluering de beste tilgjengelige metodene. Mange mener at disse metodene likevel ikke er perfekte for å måle den fysiologiske belastningen kroppen utsettes for. Det er en fare for at utenforstående stressfaktorer kan være med å påvirke hjertefrekvensen over den faktiske belastningen (44,46,80). Pulsmålinger vil heller ikke alltid oppfatte den faktiske belastningen. Dette gjelder korte intensitetsøkninger over individuell anaerob terskel. Disse korte belastningene har ikke lang nok varighet til å øke pulsen betydelig, men er likevel belastende for en spiller over tid (80). Hoff med flere (48) fant imidlertid at hjertefrekvensmålinger var et reliabelt og valid mål på oksygenopptak under intervalltrening gjennomført som fotballspesifikke øvelser. Helhetsevaluering av treningsøkter basert på hjertefrekvens er uansett verdifullt. En får dannet et relativt nøyaktig

bilde av totalbelastningen i løpet av en økt. Spillerne var vant med å benytte pulsbelte gjennom hele året. Det er derfor ikke sannsynlig at bruken av pulsbelter i seg selv var med på å øke intensiteten utover det normale. Laktatmålinger var under omstendighetene ikke mulig å gjennomføre i denne studien.

Vi innhentet ikke session RPE verdier fra styrketreningene. Dette gjorde at vi fikk en liten underestimert av den totale ukentlige treningsbelastningen. På grunn av dette har vi også kalkulert treningsbelastning på bakgrunn av estimerte session RPE verdier fra styrkeøktene. Alle styrkeøktene ble gitt en session RPE verdi på 4,5 på bakgrunn av verdier som er blitt rapportert for ulike styrketreninger (26,75,79) Dette gav et bidrag til den gjennomsnittlige ukentlige belastningen på omtrent 400 (~ 15 %) både for oppkjøringsfase og sesong.

Den første uken med datainnsamling i sesongen hadde laget kampfri. Dette kan selvfølgelig ha en innvirkning på treningsopplegget i forhold til hva en ville ha gjennomført om en skulle spille kamp. Intensitetsfordelingen var imidlertid den samme denne uken, samtidig som spillerne oppnådde totalbelastninger tilsvarende den andre uken med datainnsamling i sesongen. Den siste uken med datainnsamling i sesongen var også den siste uken i sesongen. Denne uken ble avsluttet med en kamp. Det ble ikke innhentet noen treningsdata for denne kampen. Vi har imidlertid oversikt over hvem som spilte og hvor lenge de spilte. En kamp er en stor belastning for spillerne, og hele treningsuken blir benyttet til å forberede kampen på en best mulig måte. Ved å ikke inkludere denne kampen i våre analyser, blir de ulike måleparametrene upresise denne uken. Det ble derfor estimert treningsdata fra denne kampen basert på tidligere kamper vi hadde registrert treningsdata fra. Treningsdata fra kampene vi har registrert er nokså like, slik at det sannsynligvis vil bli mer presist å estimere treningsdata enn å la være.

Laget hadde allerede sikret opprykk til tippeligaen før den siste uken. Dette kan også være faktorer som kan spille inn på frekvens, volum og intensitet på trening. Optimalt sett skulle vi derfor hatt en lengre datainnsamlingsperiode i sesongen. Dette lot seg imidlertid ikke gjennomføre. Vi tror likevel at totalbildet av hvordan denne fotballgruppen organiserer treningen på er relativt presis i både oppkjøringsfase og sesong.

Fotball er en av de mest populære idrettene verden over. Mange ulike meninger kommer frem om hvordan fotballspillere trener og hvordan de burde trene med tanke på utvikling og opprettholdelse av fysisk kapasitet. Fotballtrenere har også ofte ulik filosofi omkring dette. I moderne fotball skiftes trenere ut relativt hyppig. Hyppige skifter av trenere med ulike syn på

hva som skal til av fysisk trening kan føre til store endringer av treningsopplegget. Når det gjelder trening av de fysiske ressursene bør store endringer frem og tilbake unngås. Dette kan føre til forvirring og i verste fall feiltrening på spillerne.

I forhold til utholdenhetsutøvere ser det ut til at fotballag trener mindre i form av frekvens og volum på trening. Utholdenhetsutøvere på øverste nivå kan trene i gjennomsnitt 20 timer i uken gjennom et år (36), noe som er mye mer enn hva fotballspillere trener. På den andre siden trener fotballspillere med en høyere gjennomsnittsintensitet på treningene. Dette gjør at totalbelastningen for fotballspillere også blir relativt høy. Belastningene fotballspillere blir utsatt for gjennom kamper og treninger er uansett ganske annerledes enn hva belastningene for en utholdenhetsutøver er. Fotballspillere blir stadig utsatt for en fysisk ekstrabelastning gjennom en økt i form av eksempelvis taklinger, vendinger, fall osv. Det vil derfor være urealistisk å forvente at en fotballspiller skal gjennomføre den samme treningsmengden som en utholdenhetsutøver. Dette vil imidlertid ikke si at fotballspillere ikke kan øke treningsmengden. Ut i fra det vi så i denne studien, skal det være mulig å øke treningsmengden til spillerne uten å risikere overtrening. Dette gjelder spesielt i sesongen. I oppkjøringsfasen trente spillerne med en høy ukentlig belastning, bortsett fra den siste uken.

Fotballspillere konkurrerer hver uke gjennom en lang sesong. Det er derfor ikke mulig å toppe den fysiske formen inn mot viktige konkurranser, slik som utholdenhetsutøvere kan gjøre. Fotballspillere må prøve å øke den fysiske kapasiteten gjennom oppkjøringsfase og prøve å opprettholde kapasiteten gjennom en lang sesong, slik at den fysiske kapasiteten ikke blir en begrensning for fotballferdigheter og prestasjoner. Det er derfor viktig at en gjennom en fotballsesong klarer å gjennomføre treningsøkter som har høy nok intensitet slik at en klarer å opprettholde utholdenhetsnivået. Samtidig må en balansere dette med at spillerne skal være restituert og optimalt forberedt til hver kamp i sesongen. Dette kan være en utfordring siden det ofte er flere kamper i uken.

Fotballspillere kan sannsynligvis aldri trene med en intensitetsfordeling slik som utholdenhetsutøvere gjør. Utholdenhetsutøvere ser ut til å tilegne seg nødvendig treningsadaptasjoner når de trener med en lavere intensitet enn hva de konkurrerer med. Dette er nok ikke tilfelle for fotballspillere. Spesifisitet i trening er viktig. Innholdet på fotballtreninger blir derfor ofte øvelser som er mest mulig lik kampsituasjon. Fotballspillere kan ikke gjennomføre mesteparten av fotballøvelsene med en intensitet som er lavere enn hva som er tilfelle i kampsituasjon. Treningen skjer oftest med ball, noe som også har vist seg å

være effektiv for å opprettholde eller øke utholdenhetskapasiteten (27,49,50). Intensiteten på trening blir som følge av dette ofte høy, og vanskelig å kontrollere innenfor en bestemt intensitetssone.

Ut i fra denne studien ser vi at fotballspillere trener relativt lite med lav intensitet.

Lavintensitetstrening gjennomføres som regel som restitusjonsøker etter kamp. Disse øktene består ofte av løping, svømming eller sykling, gjerne kombinert med styrketrening på slutten. Det er relativt få treninger som består av lengre økter med rolig langkjøring, eller fotballøkter med rolig intensitet. En økning av disse treningene kan imidlertid gi en økt dag til dag variasjon i henhold til intensitet på trening. Det vil sannsynligvis også gi en bedring av tekniske ferdigheter med flere økter der en for eksempel øver på ballkontroll og teknikk med lav intensitet. Den fysiske belastningen ved slike økter vil være relativt lav. Ut i fra den ukentlige totalbelastningen som spillerne i denne studien trente med, vil det sannsynligvis være rom for flere av denne typen økter uten at det skal gå på bekostning av øktene med høyere intensitet.

Oppsummering og konklusjon

Det er mange meninger om hvordan fotballspillere trener. Denne studien er den første studien som kartlegger hvordan et fotballag på høyt nivå organiserer trening i både oppkjøringsfase og sesong, med tanke på intensitetsfordeling. Skal en si noe om hvordan fotballspillere bør trene er det viktig at en i utgangspunktet vet hvordan de faktisk trener. Resultatene tyder på at fotballspillere trener med en intensitetsfordeling som avviker fra hvordan utholdenhetsutøvere organiserer intensitetsfordeling, med en klar hovedvekt på trening med lav intensitet ($\leq VT_1$). Fotballspillere trener omtrent like mye i hver intensitetssone ($\leq VT_1$, mellom VT_1 og VT_2 og $\geq VT_2$), i både for oppkjøringsfase og sesong. De treningsmessige forskjellene fra oppkjøringsfase til sesong var at treningsfrekvens, treningstid og totalbelastning ble redusert. Samtidig så vi en tendens til en høyreforskyvning i intensitetsfordelingen mot mer intensiv trening i sesongen i forhold til i oppkjøringsfase. Om denne måten å organisere trening på er representativ for hvordan fotballag på høyt nivå trener, er fortsatt uvisst. Det er grunn til å tro at fotballag på høyt nivå organiserer treningen på en relativt lik måte. Det er likevel behov for flere studier på andre lag for å konkludere med dette.

Litteraturliste

1. Alexiou, H., Coutts, A.J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 3 (3), 320-330.
2. Amann, M., Subudhi, A.W., Foster, C. (2006). Predictive validity of ventilator and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 16 (1), 27-34.
3. Amman, M., Subudhi, A.W., Walker, J., Eisenman, P., Shultz, B., Foster, C. (2004). An evaluation of the predictive validity and reliability of ventilatory threshold. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36 (10), 1716-1722.
4. Andersson, H., Ekblom, B., Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *J. Sports Sci.*, 26 (2), 113-122.
5. Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. I: McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br. J Sports Med.*, 39, 273-77.
6. Bachl, N., Prokop, L. (1977). Wie gut trainiert sind österreichische Fußballer? Leistungsdiagnostische Standortbestimmung aus der Sicht des Sportphysiologen. *Oesterreiche Zeitschrift Sportsmedizin*, 7, 3-10. I: Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *J. Sports Sci.*, 23 (6), 561-572.
7. Banister, E.W. (1991). Modeling elite athletic performance. I: Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A., Marcora, S.M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36 (6), 1042-47.

8. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl.*, 619, 1-155.
9. Bangsbo, J., Mohr, M., Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match – play in the elite football player. *J. Sports Sci.*, 24 (7), 665-674.
10. Bangsbo, J., Nørregaard, L., Thorsø, F.A. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can. J. Sport Sci.*, 16 (2), 110-6.
11. Barron, G.L., Noakes, T.D., Levy, W., Smith, C., Millar, R.P. (1985). Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes. *J. Clin. Endocrinol Metab.*, 60 (4), 803-6.
12. Beneke, R., Duvillard, S.P. (1996). Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28 (2), 241-46.
13. Billat, V.L., Demarle, A., Slawinski, J., Paiva, M., Koralsztein, J.P. (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Med Sci Sports Exerc.*, 33 (12), 2089-97.
14. Bodner, M.E., Rhodes, E.C. (2000). A review of the concept of the heart deflection point. Review article. *Sports Med.*, 30 (1), 31-46.
15. Borg, G., Hassmen, P., Langerstrom, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 56 (6), 679-85.
16. Borresen, J., Lambert, M.I. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 3 (1), 16-30.

17. Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J. Sports Sci.*, 27 (2), 159-168.
18. Bruin, G., Kuipers, H., Keizer, H.A., Vande Vusse, G.J. (1994). Adaptions and overtraining in horses subjected to increasing training loads. *J. Appl. Physiol.*, 76 (5), 1908-13.
19. Casajús, J.A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41 (4), 463-69.
20. Chicharro, J.L., Pèrez, M., Vaquero, A.F., Lucia, A., Legido, J.C. (1997). Lactic threshold vs ventilatory threshold during a ramp test on a cycle ergometer. *J. Sports Med.* 37 (2), 117-121.
21. Chwalbinska-Moneta, J., Kaciuba-Uscilko, H., Kryzstofiak, H., Ziembra, A., Krzeminski, K., Kruk, B., Nazar, K. (1998). Relationship between EMG blood lactate, and plasma catecholamine thresholds during graded exercise in men. *J.Physiol. Pharmacol*, 49 (3), 433-41.
22. Coetzer, P., Noakes, T.D., Sanders, B., Lambert, M.I., Bosch, A.N., Wiggins, T., Dennis, S.C. (1993). Superior fatigue resistance of elite black South African distance runners. *J. Appl. Physiol.*, 75 (4), 1822-27.
23. Coutts, A., Rampinini, E., Marcora, SM., Castagna, C., Impellizzeri, F.M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *J. Sci. Med. Sport*, 12 (1), 79-84.
24. Coutts, A., Reaburn, P., Murphy, A., Pine, M., Impellizzeri, F.M. (2003). Validity of the session-RPE method for determining training load in team sports athletes. *J. Sci. Med. Sport*, 6, 525.

25. Coyle, E.F. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev*, 23, 25-63.
26. Day, M.L., McGuigan, M.R., Brice, G., Foster, C. (2004). Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J. Strength Cond. Res.*, 18 (2), 353-58.
27. Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study. *J. Strength Cond. Res.*, 22 (5), 1449-57.
28. Dickhut, W., Simon, G., Bachl, N., Lehman, M., Keul, J. (1981). Zur Höchst – und Dauerleistungsfähigkeit von Bundesligafussballspielern. *Leistungssport*, 11, 148-152.
- I: Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *J. Sports Sci.*, 23 (6), 561-572.
29. Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *Int. J. Sports Med.*, 30 (3), 205-212.
30. Edwards, S. (1993). High performance training and racing. I: Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A., Marcora, S.M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36 (6), 1042-47.
31. Esteve-Lanao, J., Alejandro, F., Earnest, C.P., Foster, C., Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37 (3), 496-504.
32. Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *J. Strength and Cond. Res.*, 21 (3), 943-49.

33. Evertsen, F., Medbø, J.I., Bonen, A. (2001). Effect of training intensity on muscle lactate transporters and lactate threshold of cross-country skiers. *Acta Physiol. Scand.*, 173 (2), 195-205.
34. Evertsen, F., Medbø, J.I., Jebens, E., Gjøvaag, T.F. (1999). Effect of training on the activity of five muscle enzymes studied on elite cross-country skiers. *Acta Physiol. Scand.*, 167 (3), 247-57.
35. Fernandez, B., Pèrez, J., Rodrìges, M., Terrados, N. (2000). Intensity of exercise during road race pro-cycling competition. *Med Sci Sports Exerc.*, 32 (5), 1002-6.
36. Fiskerstrand, Å., Seiler, K.S. (2004). Training and performance characteristics among Norwegian International Rowers. 1970-2001. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 14 (5), 303-310.
37. Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30 (7), 1164-68.
38. Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A.C., Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wis. Med. J.*, 95 (6), 370-74.
39. Foster, C., Fitzgerald, D.J., Spatz, P. (1999). Stability of the blood lactate-heart rate relationship in competitive athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31(4), 578-82.
40. Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P., Dodge, C. (2001). A new Approach to monitoring exercise training. *J. Strength Cond. Res.*, 15 (1), 109-115.
41. Foster, C., Hector, L.L., Welsh, R., Schrage, M., Green, M.A., Snyder, A.C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 70 (4), 367-72.

42. Frøyd, C., Madsen, Ø., Sæterdal, R., Tønnesen, E., Wisnes, A.R., Aasen, S.B. (2005). *Utholdenhet – trening som gir resultater*. Oslo, Akilles – idrettsforlaget.
43. Gaskell, S.E., Walker, A.J., Serfass, R.A., Bouchard, C., Gagnon, J., Rao, D.C., Skinner, J.S., Wilmore, J.H., Leon, A.S. (2001). Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the HERITAGE Family Study. *Int. J. Sports Med.*, 22 (8), 586-92.
44. Hallèn, J. (2008). *Fysisk trening i toppfotball*. Oslo, Akilles-idrettsforlaget.
45. Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33 (11), 1925-31.
46. Herd, J.A. (1991). Cardiovascular response to stress. *Physiol. Rev.*, 71 (1), 305-330.
47. Hollmann, W., Liesen, H., Mader, A., Heck, H., Rost, R., Dufaux, B., Schurch, P., Lagerstrom, D., Fohrenbach, R. (1981). Zur Hochst – und Dauerleistungsfähigkeit der Deutschen Fussballspitzenspieler. *Deutsch Zeitschrift Sportsmedizin*, 32, 113-120. I: Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *J. Sports Sci.*, 23 (6), 561-72.
48. Hoff, J., Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports. Med.*, 34 (3), 165-80.
49. Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L.C., Kemi, O.J., Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Br. J. Sports Med.*, 36 (3), 218-21.
50. Impellizzeri, F.M., Marcora, S.M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F.M., Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int. J. Sports Med.*, 27 (6), 483-92.

51. Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Coutts, A.J., Sassi, A., Marcora, S.M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36 (6), 1042-47.
52. Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Marcora, S.M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J. Sports Sci.*, 23 (6), 583-92.
53. Ingham, S.A., Carter, H., Whyte, G.P., Doust, J.H. (2008). Physiological and performance effects of low- versus mixed- intensity rowing training. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 40 (3), 579-84.
54. John Chr Lundstadsveen. (11.09.08). *Brann driver ikke toppidrett*. Hentet 15.11.08 fra <http://www.tv2sporten.no/fotball/tippeligaen/article2209749.ece>.
55. Jones, A.M., Doust, J.H. (1997). The Conconi test is not valid for estimation of the lactate turnpoint in runners. *J. Sports Sci.*, 15 (4), 385-94.
56. Kara, M., Gøkbøl, H., Bediz, C., Ergene, N., Uçok, K., Uysal, H. (1996). Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. *J. Sports Med. Phys. Fitness.*, 36 (1), 31-34.
57. Kindermann, W., Simon, G., Keul, J. (1979). The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 42 (1), 25-34.
58. Krstrup, P., Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37 (7), 1242-48.
59. Kuipers, H., Keizer, H.A. (1988). Overtraining in elite athletes. Review and directions of the future. *Sports Med.*, 6 (2), 79-92.

60. Lehmann, M., Dickhuth, H.H., Gendrisch, G., Lazar, W., Thum, M., Kaminski, R., Aramendi, J.F., Peterke, E., Wieland, W., Keul, J. (1991). Training and overtraining: a prospective, experimental study with experienced middle and long distance runners. *Int. J. Sports Med.*, 12 (5), 444-52.
61. Londeree, B.R. (1997). Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29 (6), 837-43.
62. Lucia, A., Hoyos, J., Carvajal, A., Chicharro, J.L. (1999). Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. *Int. J. Sports Med.*, 20 (3), 167-72.
63. Lucia, A., Hoyos, J., Pèrez, M., Chicharro, J.L. (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclist: a longitudinal study. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32 (10), 1777-82.
64. Lucia, A., Sánchez, O., Carvajal, A., Chicharro, J.L. (1999). Analysis of the aerobic-anaerobic transition in elite cyclist during incremental exercise with the use of electromyography. *Br. J. Sports Med.*, 33 (3), 178-85.
65. McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch V.L (2006). *Exercise Physiology. Energy, Nutrition & Human Performance* (Sixth Edition). Lippincott Williams & Wilkins.
66. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br. J. Sports Med.*, 39 (5), 273-77.
67. Mohr, M., Krstrup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J. Sports Sci.*, 21(7), 519-28.

68. Puga, N., Ramos, J., Agostinho, J., Lomba, I., Costa, O., de Freitas, F. (1993). Physical profile of a First division Portuguese professional football team. I: Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *J. Sports Sci.*, 23 (6), 561-72.
69. Rampinini, E., Coutts, A.J., Castagna, C., Sassi, R., Impellizzeri, F.M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int. J. Sports Med.*, 28 (12), 1018-24.
70. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Coutts, A.J., Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *J. Sci. Med. Sport*, 12 (1), 227-33.
71. Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *J. Sports Sci.*, 23 (6): 561-72.
72. Schumacher, Y.O., Mueller, P. (2002). The 4000 m- team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34 (6), 1029-36.
73. Seiler, S., Haugen, O., Kuffel, E. (2007). Autonomic Recovery after Exercise in Trained Athletes: Intensity and Duration Effects. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39 (8), 1366-73.
74. Seiler, K.S., Kjerland, G.Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 16 (1): 49-56.
75. Singh, F., Foster, C., Tod, D., McGuian, MR. (2007). Monitoring different types of resistance training using session rating of perceived exertion. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 2 (1): 34-45.

76. Steinacker, J.M., Lormes, W., Lehmann, M., Altenburg, D. (1998). Training of rowers before world championships. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30 (7), 1158-63.
77. Steinacker, J.M., Lormes, W., Kellmann, M. (2000). Training of junior rowers before world championships. Effects on performance mood state and selected hormonal and metabolic responses. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 40 (4), 327-35.
78. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med.*, 35 (6), 501-36.
79. Sweet, T.W., Foster, C., McGuigan, M.R., Brice, G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *J. Strength Cond. Res.*, 18 (4), 796-802.
80. Sæterdal, R., Erlandsen, A., Madsen, Ø. (2001). *Trening og utvikling av fysiske resurser i fotball*. Oslo: Norges fotballforbund.
81. Tokmakidis, S.P., Leger, L. (1988). External validity of the Conconi's heart rate anaerobic threshold as compared to the lactate threshold. *Exerc. Physiol.*, 3, 43-58.
82. Tumilty, D. (1993). Physiological Characteristics of Elite Soccer Players. *Sports Medicine*, 16 (2), 80-96.
83. Wallace, L., Coutts, A., Bell, J., Simpson, N., Slattery, K. (2008). Using session-RPE to monitor training load in swimmers. *J. Strength Cond. Res.*, 30 (6), 72-76.
84. Wisløff, U., Helgerud, J., Hoff., (1998). J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30 (3), 462-7.
85. Wyatt, F.B. (1999) Comparison of lactate and ventilatory threshold to maximal oxygen consumption: A meta-analysis. *J. Strength Cond. Res*, 13 (1), 67-71.

86. Zacharogiannis, E., Farrally, M. (1993). Ventilatory threshold, heart rate deflection point and middle distance running performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 33 (4), 337-47.
87. Åstrand, P.O., Rodal, K. (1986). *Textbook of Work Physiologi*. New York: Mac-Graw-Hill.