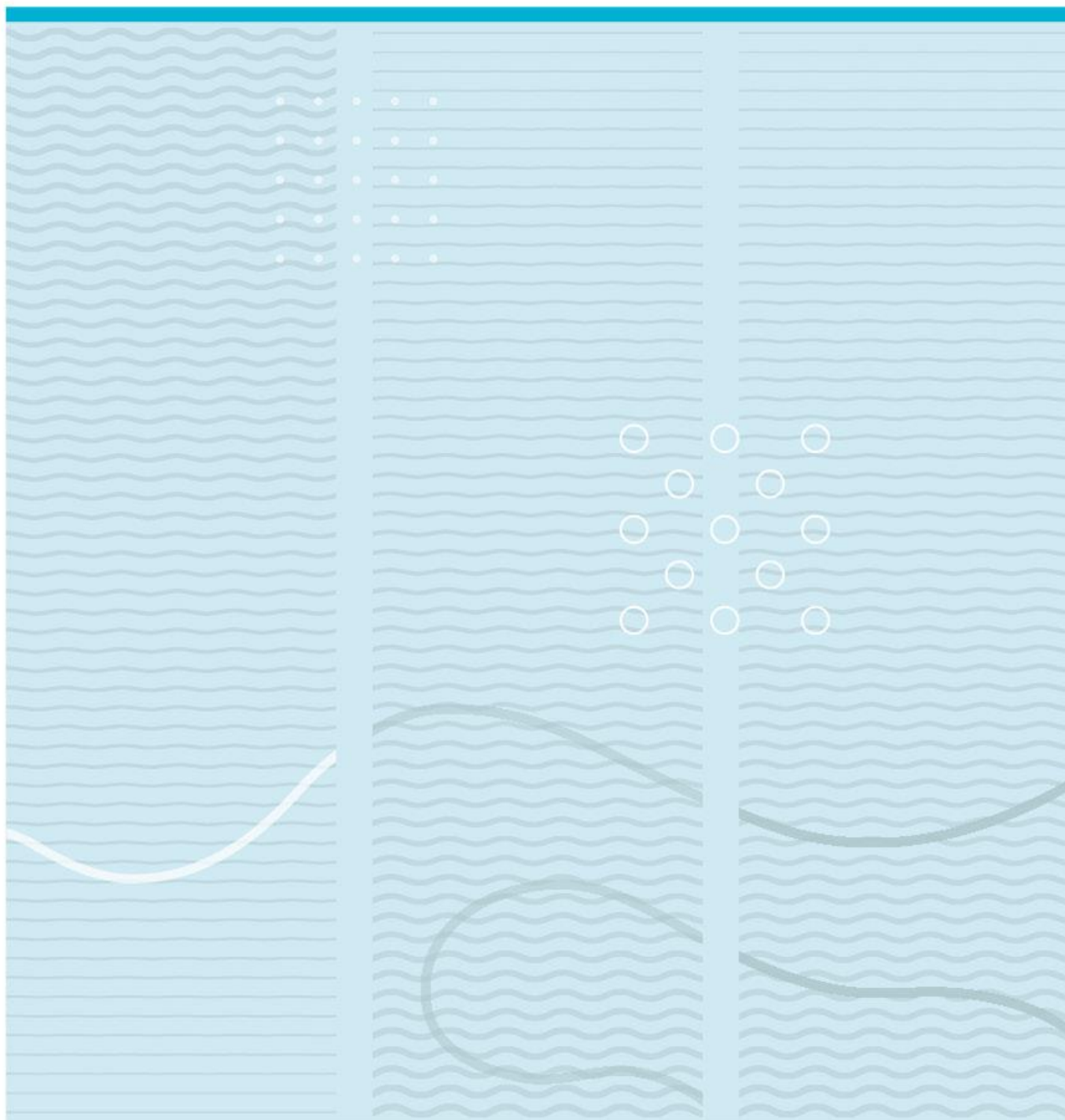


Kjetil Nesje

Er det samsvar mellom Rating of Percieved Exertion og Catapult PlayerLoad™, og påvirker fysisk kapasitet forholdet mellom dem?



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskap
Institutt for idretts- og friluftslivsfag
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2019 Kjetil Nesje

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Abstract

Formål: Målet til dette studiet var å undersøke om det er en sammenheng mellom indre opplevd belastning i form av rating of perceived exertion (RPE) og ytre belastning i form av Catapult PlayerLoad™ (PL), og se hvordan fysisk kapasitet påvirker forholdet mellom dem. **Metode:** 11 mannlige fotballspillere på elitenivå i alderen 16-18 år deltok i studien. RPE-, GPS-, og akselerometerdata ble registrert på trening og kamp i en 4-ukers periode. I tillegg ble forsøkspersonene testet for fysisk kapasitet bestående av Yo-Yo intermittent recovery test level 2 (Yo-Yo IR2), utholdenhetsprestasjon på tredemølle, 10 og 30 meter sprint og styrke i benkpress, chins og knebøy. **Resultat:** De bivariate korrelasjonene viste en signifikant sammenheng mellom PL og RPE med en R-verdi på 0.619, og standard error of estimate (SEE) på 34.4%. Analysene viste ingen sammenheng mellom fysisk kapasitet og PL/RPE. **Konklusjon:** RPE antas å kunne brukes som mål på fysisk belastning i fotball, men med en stor usikkerhetsmargin. Fysisk kapasitet viste seg å ikke påvirke forholdet mellom indre opplevd belastning i form av RPE og ytre belastning i form av Catapult PlayerLoad™ i denne studien.

Forord

Jeg har lært veldig mye under arbeidet med denne masteroppgaven. Prosessen har først og fremst gitt meg verdifull teoretisk kunnskap som jeg tar med meg videre, men også en praktisk erfaring i bruk av måleredskaper for treningsbelastning som jeg ser på som svært nyttig.

Takk til den aktuelle fotballklubben som ga meg muligheten til å innhente datamaterialet og som gjorde denne mastergradsavhandlingen mulig. Hjertelig takk til spillerne og trenerne i klubben for gjestfrihet, medgjørighet og gode fotballdiskusjoner. Størst takk til veileder Øyvind Støren for raske, gode tilbakemeldinger og alt du har hjulpet meg med.

Innhold

	Side
1. Innledning og teori	7
1.1 Fotballferdigheter	7
1.2 Fysisk kapasitet i fotball	10
1.2.1 Utholdenhet	10
Anaerob utholdenhet	10
Aerob utholdenhet	11
Laktatterskel	13
Arbeidsøkonomi	14
Yo-Yo intermittent recovery-test	14
1.2.2 Maksimal styrke	15
1.2.3 Hurtighet og spenst	18
1.3 Måling av belastning	20
1.3.1 GPS	21
1.3.2 Akselerometer	22
1.3.3 Pulsmåler	22
1.3.4 RPE	23
1.4 Rationale og Problemstilling	25
2. Metode	26
2.1 Forsøkspersoner	26
2.2 Etikk	27
2.3 Måleutstyr	27
2.4 Testprotokoller	27
2.5 Statistiske analyser	31

3. Resultat	32
4. Diskusjon	34
4.1 PlayerLoad og RPE	34
4.2 Fysisk kapasitet, PL og RPE	35
4.3 Metodiske betraktninger	37
4.4 Praktiske implikasjoner	39
4.5 Videre forskning	39
5. Konklusjon	40
6. Litteraturliste	41
Vedlegg 1	47
Vedlegg 2	48

1. Innledning og teori

1.1 Fotballferdigheter

Fotball er den mest populære idretten i verden (Shephard, 1999). 3.2 milliarder mennesker, nesten halve verdens befolkning så noe av fotball VM i Brasil i 2014 (FIFA, 2014). Fotball spilles globalt av 270 millioner mennesker, og antallet fotballspillere som er registrert i en klubb er hele 38 millioner på verdensbasis ved FIFAs siste undersøkelse (FIFA, 2007). Denne enorme interessen har ført til å at det pumpes milliarder av kroner inn i fotballen, og da spesielt de mest attraktive ligaene i Europa (Haugaasen & Jordet, 2012). Fotballøkonomien blir bare større og større og det brukes mer og mer penger på å utvikle spillet for hvert år (Deloitte, 2018).

En av årsakene til denne enorme populariteten kan være at det er en veldig allsidig idrett. Fotballens egenart krever individuelle ferdigheter innen både teknikk, taktikk og fysikk, uten at man nødvendigvis trenger ekstremferdigheter på alle områdene for å lykkes (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). Med andre ord kan man kanskje si at de fleste kan lykkes med fotball, selv med veldig forskjellige forutsetninger.

Lagspillet fotball består av en individuell-, en relasjonell-, en strukturell-, og en kampdimensjon (Bergo, Johansen, Larsen, & Morisbakk, 2002). Den relasjonelle dimensjonen handler om samhandling mellom spillere (Bergo et al., 2002). Det handler om evnen til å gi medspillere gode muligheter til å spille med deg, samt spille dine medspillere gode (Bergo et al., 2002). For eksempel å gjøre gode bevegelser som er forutsigbare for dine medspillere, eller så enkelt som det å spille pasningen på venstrefoten til en venstrebenet spiller.

Den strukturelle dimensjonen handler om hvordan laget er organisert på banen og hvilke retningslinjer laget skal følge i kamp (Bergo et al., 2002). Hvilken formasjon man stiller opp i er et eksempel på organiseringen. Retningslinjene kan være veldig mange, men man er avhengig av noen retningslinjer for å skape en viss forutsigbarhet i hva som skal skje i visse situasjoner (Bergo et al., 2002). Hvis alle mulige handlingsvalg er tilgjengelig for alle spillere til alle tider blir det fort kaos (Bergo et al., 2002). Eksempel på retningslinjer kan være at ved ballgjenvinning skal kantene løpe i bakrom, eller at ved balltap skal nærmeste spillere jakte gjenvinning. Likevel kan det være ugunstig med for mange retningslinjer da det kan begrense handlingsvalget til spillerne for mye, og føre til at det blir forutsigbart for motstander (Bergo et al., 2002).

Alle taktikker og teknikker man velger for å skåre mål vil alltid bli forsøkt ødelagt av en motstander, og motsatt vil man alltid prøve å ødelegge motstanders forsøk på å skåre mål (Bergo et al., 2002). Dette kalles for kampdimensjonen (Bergo et al., 2002). I individuelle, lukkede idretter er det ingen som prøver å ødelegge for deg mens du for eksempel hopper ut i V-stil utenfor hoppkanten. I fotball som er en åpen lagidrett vil det alltid være med- og motspill, som gjør det vanskeligere å utføre det du har trent på (Bergo et al., 2002). Derfor vil det være en ferdighetsdimensjon ekstra som alltid er i forandring og som gjør det vanskeligere for deg å velge riktig handling, og også vanskeligere å utføre den aktuelle handlingen (Bergo et al., 2002). For skihopperen ville det blitt utrolig utfordrende hvis det sto noen som prøvde å dytte deg ut av balanse på hoppkanten.

Den siste dimensjonen er den individuelle dimensjonen. Den individuelle dimensjonen inneholder mye forskjellig, men kan grovt deles inn i *taktiske, tekniske og fysiske* ferdigheter som det viktigste for å lykkes i fotball (Hoff, 2005; Stolen et al., 2005). Taktisk ferdighet dreier seg om handlingsvalg, der spilleren ser, oppfatter, vurderer og tar et valg i en spillsituasjon (Bergo et al., 2002). Det handler om *hvilket* verktøy i verktøykassa som skal brukes for å løse en oppgave. Taktisk ferdighet er særdeles viktig i en lagidrett som fotball der miljøet forandrer seg konstant, både på eget og motstanders lag (Bergo et al., 2002).

Teknisk ferdighet er da *hvordan* man utfører en handling, og handler i stor grad om å øke antall verktøy man har i verktøykassa, og hvor flink man er til å bruke verktøyet (Bergo et al., 2002). I fotball bør man ha grunnferdigheter som innsidepasning, medtak/mottak, skudd og takling (Bergo et al., 2002), og kan også supplere med mer rolle- og situasjonsbestemte ferdigheter som finter, langpasning, utsidepasning og brassespark. Det tekniske registeret kan variere veldig fra spiller til spiller og et lag er gjerne avhengig av spillere med forskjellige individuelle ferdigheter for å utfylle hverandre (Bergo et al., 2002).

De forskjellige dimensjonene samt teknisk og taktisk ferdighet henger utvilsomt sammen (Bergo et al., 2002). Individuelle handlingsvalg utvides eller begrenses avhengig av de strukturelle retningslinjene, og strukturelle planer står og faller avhengig av motstander i en kampdimensjon. Et større teknisk register vil gi flere handlingsalternativer, og en bedre taktisk ferdighet kan gi bedre tid og rom til å utføre teknikken (Bergo et al., 2002).

Men de taktiske og tekniske ferdighetene er også direkte påvirket av en tredje individuell ferdighet; den fysiske ferdigheten (Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001; Stolen et al., 2005). For eksempel vil det være vanskelig å få gjort en god teknisk heading uten tilstrekkelig spenst. Og taktikken om å gå på stadige løp fungerer bare hvis du har utholdenhet til å gjennomføre det. Taktiske og tekniske ferdigheter er avhengig av, og kan kun bli demonstrert i en 90-minutter lang fotballkamp og over en lang sesong, av spillere som er godt fysisk trent (Stolen et al., 2005).

1.2 Fysisk kapasitet i fotball

1.2.1 Utholdenhet

Fotballspillet kjennetegnes av intervaller og har perioder med høy intensitet fulgt av perioder med lav intensitet (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). Fotballspillere på høyt nivå gjennomfører i snitt 150 til 250 korte intensive aksjoner i løpet av en 90 minutter lang fotballkamp, med en samlet distanse på 10-13 km (Bangsbo et al., 2006). Gjennomsnittlig intensitet gjennom en fotballkamp har vist seg å ligge nær laktatterskel som tilsvarer 80-90% av maksimal hjertefrekvens (Stolen et al., 2005). Dette setter store krav til både de aerobe og de anaerobe energifrigjøringsystemene.

Anaerob utholdenhet

Fotballkampen har mange korte intensive perioder i løpet av en fotballkamp hvor de anaerobe systemene for energifrigjøring blir høyt taksert (Bangsbo et al., 2006). Krstrup et al. (2006) har funnet at kreatinfosfatkonsentrasjonen i musklene reduseres med om lag 40% fra hvilenivå til rett etter høyintensive perioder i kamp (Krstrup et al., 2006). I tillegg har det vært gjort flere individuelle laktatmålinger på fotballspillere i kamp, som har vist verdier over 12 mmol (Bangsbo et al., 2006). Det indikerer at bidraget fra det anaerobe energifrigjøringsystemet periodevis kan være høyt i de høyintensive aksjonene under en fotballkamp (Krstrup et al., 2006). Evnen til å frigjøre energi anaerobt i de høyintensive periodene kan være avgjørende for hvem som løper raskest eller hopper høyest og kan bety forskjellen på om man vinner ballen eller ikke i en løpsduell (Stolen et al., 2005). Det er gjerne i disse øyeblikkene og periodene hvor fotballkamper blir avgjort (Bangsbo et al., 2006; Stolen et al., 2005).

I løpet av en kamp opplever spillerne muskulær tretthet (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2007). Etter høyintensivt arbeid i mer enn noen få sekunder, reduseres evnen til å holde intensiteten oppe. Hva denne muskulære trettheten skyldes er ikke fullstendig kartlagt (Bangsbo et al., 2007; Girard, Mendez-Villanueva, & Bishop, 2011). Det er imidlertid vist redusert kalsiumfrigjøring i aktuelle muskelceller som et resultat av redusert fyringsfrekvens i tilhørende motoriske nerveceller, som igjen antas å i hvert fall delvis skyldes feedback om redusert hastighet på redannelse av ATP (Gandevia, 2001). Det er også en økning av ekstracellulært kalium (K^+), som kan hindre

muskelcellen i å bli aktivert av nervecellen ved den motoriske endeplaten (Bangsbo et al., 2007; Nielsen et al., 2004).

Trening for økt anaerob kapasitet, ved bruk av sprint-power trening, har vist seg å øke cellenes hvilenivå av ATP, kreatinfosfat og glykogen (Katch, McArdle, & Katch, 2011). Trente individer vil også ha en økt mengde enzymer som styrer den anaerobe nedbrytningen av glukose, samt høyere aktivitet hos de gitte enzymene (Katch et al., 2011). Denne økte enzymaktiviteten og høyere nivåer av glykogen i cellene resulterer i en økt evne til å generere høyere nivåer av laktat ved høyintensitetsarbeid (Katch et al., 2011), som indikerer økt glykolytisk kapasitet. En økt anaerob kapasitet kan dermed være med på å utsette den muskulære trettheten, slik at man kan holde intensiteten oppe i en lengre periode.

Det kan være vanskelig å teste anaerob utholdenhet da man ikke har noe totalt mål som viser hvor mye av de anaerobe energikildene som brukes under fysisk anstrengelse. Det er mulig å ta biopsi av muskler, men det er vanskelig å få til under trening, og man kan ikke ta biopsi av alle muskelfibrene. Derfor må man bruke indirekte mål for anaerob kapasitet (Hoff & Helgerud, 2004). Studier har vist at den anaerobe energifrigjøringen dominerer i korte (30-120s) «all-out» tester på sykkel eller tredemølle (Duffield, Dawson, & Goodman, 2005; Smith & Hill, 1991). Derfor kan 400m løp (59% anaerobt), 800m løp (40% anaerobt) eller Wingate-testen på ergometersykkel (84% anaerobt) egne seg til å måle anaerob kapasitet indirekte (Duffield et al., 2005; Smith & Hill, 1991).

Aerob utholdenhet

Fotballkampens lange varighet gjør at det settes størst krav til det aerobe energifrigjøringssystemet (Stolen et al., 2005). Det antas at rundt 90% av energien brukt i løpet av en fotballkamp er fra aerobe energifrigjøringsprosesser (Bangsbo, 1994). Maksimalt oksygenopptak (VO_{2max}) regnes som det viktigste målet på aerob utholdenhet (Helgerud et al., 2001). Maksimalt oksygenopptak er kroppens maksimale evne til å bruke oksygen til energifrigjøring i cellene (Katch et al., 2011). Oksygenopptaket påvirkes av veldig mange forskjellige faktorer i kroppen vår. Oksygenet skal fraktes fra luften via *lungene* til *blodet* hjulpet av *hemoglobin* som oksygenet kan binde seg til. Blodet pumpes rundt av *hjertet* som frakter det til *kapillærer* rundt arbeidende muskler hvor det tas opp i muskelcellene hjulpet av *myoglobin* før det brukes i cellene for å frigjøre energi (Katch et al., 2011). I denne oksygentransportkjeden er det

mye som kan påvirke oksygenopptaket vårt, men i hovedsak har det vist seg ved aktiviteter som bruker store deler av kroppens muskler, som for eksempel løping, at det er hjertets kapasitet til å pumpe nok blod til musklene som har vist seg å være den mest begrensende faktoren hos trente individer (Hoff, 2005). Slagvolumet til hjertet virker å være hovedfaktoren i økningen av hjertets evne til å forsyne musklene med blod, og kan være så mye som dobbelt så høy hos godt trente utholdenhetsutøvere i forhold til utrente (Hoff, 2005).

Det maksimale oksygenopptaket til et individ finner man ved å måle hvor mye oksygen som pustes inn, og hvor mye som pustes ut igjen (Katch et al., 2011). Da finner man ut hvor mye av det oksygenet kroppen pustet inn som ble brukt i kroppens celler. Man bruker som oftest maske rundt munn og nese som er tilkoblet en maskin som registrerer hvor mye oksygen det er i luften på inn- og ut-pust (Katch et al., 2011). I fotballsammenheng er det veldig vanskelig å få målt hvor høyt oksygenopptak spillerne har i trening og kamp på grunn av naturlige utfordringer ved å bruke utstyr for å måle gassutveksling mens man spiller fotball. Likevel er det gjort estimeringer ved å analysere hjertefrekvens samt temperaturendringer hos spillere gjennom fotballkamper, som viser at fotballspillere ligger på et gjennomsnitt på rundt 70% av maksimalt oksygenopptak (Bangsbo et al., 2006).

Fotballspillere på det øverste nivået har vist seg å ha en VO_{2max} som gjerne er mellom 55 og 75 ml/kg/min (Hoff, 2005; Jemni, Prince, & Baker, 2018; Stolen et al., 2005). Det er vesentlig lavere enn det de beste utholdenhetsutøverne i idretter som distanseløping og langrenn har, med verdier ofte over 80 og 90 ml/kg/min (Hoff, 2005) Likevel er det høyt nok til å indikere at maksimalt oksygenopptak virker å påvirke fotballprestasjon (Jemni et al., 2018). Studier har vist at fotballtrening i seg selv har god effekt på maksimalt oksygenopptak hos utrente (Milanovic, Pantelic, Covic, Sporis, & Krusturup, 2015). Det er også studier som har vist sammenheng mellom distanse løpt i kamp og VO_{2max} (Hoff, 2005), og en studie av Helgerud et al. (2001) viste at forbedret aerob utholdenhet økte både distanse løpt, antall sprinter og antall ballberøringer i fotball (Helgerud et al., 2001). Alt dette sammen med det at 90% av energiforbruket i løpet av en fotballkamp kommer fra aerobe prosesser, indikerer viktigheten av aerob utholdenhet for fotballspillere.

I løpet av en fotballkamp faller spillernes evne til å holde intensiteten oppe. Løpedistansen faller gjerne med 10 til 15 prosent fra første til andre omgang og det blir færre minutter med høy intensitet og flere med lav intensitet (Jemni et al., 2018; Shephard, 1999). Evnen til å utføre

høyintensive aksjoner er dårligere etter en kamp, kontra hva den var før kamp (Bangsbo et al., 2006). Denne reduksjonen i evne til å utføre høyintensive aksjoner og repeterte sprinter utover i kampen skyldes antageligvis at glykogenlagrene i enkelte muskelfibre tømmes (Bangsbo et al., 2007; Shephard, 1999).

Denne reduserte evnen til å holde intensiteten oppe gjennom en kamp vil antageligvis bli mindre hos godt trente utholdenhetsutøvere med et høyt oksygenopptak (Jemni et al., 2018). Med høyere VO_{2max} vil kroppen ha evne til å bruke mer fett til energifrigjøring gjennom en fotballkamp og vil slik sett kunne spare litt mer på lagret glykogen i muskelcellene og dermed ha bedre forutsetning for å holde intensiteten oppe gjennom 90 minutter (Jemni et al., 2018).

VO_{2max} har vist seg å korrelere med evnen til å motstå utmattelse gjennom repeterte sprinter (Bishop, Girard, & Mendez-Villanueva, 2011; Girard et al., 2011). Som nevnt tidligere er det betydelig bruk av kreatinfosfatlagrene i intensive perioder. Aerob energifrigjøring er essensielt for å bygge opp lagrene av kreatinfosfat i musklene i pausene mellom høyintensitetsarbeid (Bishop et al., 2011). En økt energifrigjøring ved oksidasjon vil dermed hjelpe i de korte intensive periodene i en fotballkamp.

Laktatterskel

Laktatterskel (LT) eller anaerob terskel er den høyeste intensiteten man kan ha hvor produksjonen av laktat i kroppen ikke overgår bruken av laktat (Katch et al., 2011). LT sier oss noe om hvor høy intensitet en utøver kan ha over en lengre periode. LT er hos fotballspillere på en intensitet mellom 76 og 90% av maksimal hjertefrekvens (Jemni et al., 2018). En økning av VO_{2max} følges gjerne av en høyere LT (Hoff & Helgerud, 2004), men en endring av LT kan skje uten en endring i VO_{2max} (Helgerud et al., 2001). Selv om fotball kjennetegnes av intervaller med perioder langt over eller langt under LT, så ligger den gjennomsnittlige intensiteten på rundt LT (Stolen et al., 2005). Dette kan indikere at en høyere LT vil være gunstig for fotballprestasjon ved at man kan holde en høyere intensitet gjennom kampen, uten at oksyngjelden blir for stor (Jemni et al., 2018).

Arbeidsøkonomi

Arbeidsøkonomi er ratioen mellom hvor mye oksygen man bruker og hvor høy intensitet man har (Jemni et al., 2018). Altså hvor mye energi man bruker på arbeidet man utfører. Dette påvirker en utholdenhetsprestasjon ved at man med en god arbeidsøkonomi kan bruke mindre energi på en gitt arbeidsoppgave (Hoff & Helgerud, 2004), som da vil legge mindre press på energifrigjøringen i cellene. Hos utholdenhetsutøvere på høyt nivå kan arbeidsøkonomien skille med så mye som 20% og være svært avgjørende for prestasjonen (Stolen et al., 2005). Det er ikke helt klart hva som er årsaken til at noen har bedre arbeidsøkonomi, men det er antageligvis en blanding av flere faktorer som anatomiske forskjeller (f.eks. muskel utspring/feste på knokler), kraftutvikling, teknisk ferdighet og elastisitet i muskel- og senevev (Hoff & Helgerud, 2004; Stolen et al., 2005). Hvor stor påvirkning arbeidsøkonomien har på fotball er ukjent. Likevel er det gjort estimeringer som beregner at en 5% økning i arbeidsøkonomi for en fotballspiller kan bety så mye som 1000m mer distanse løpt i en fotballkamp (Stolen et al., 2005).

Yo-Yo intermittent recovery test

For fotball og andre ballspill brukes gjerne Yo-Yo intermittent recovery test level 1 eller 2 (Yo-Yo IR1/2) som et mål på utholdenheten (Bangsbo, Iaia, & Krusturp, 2008). Det er repeterte løp på 2 x 20m med 10 sekunder pause mellom dragene, hvor hastigheten øker for hvert drag (Bangsbo et al., 2008). Forskjellen på Yo-Yo IR1 og Yo-Yo IR2 er at Yo-Yo IR2 starter på en høyere hastighet og øker fort i starten, slik at det anaerobe bidraget gjerne blir enda større (Bangsbo et al., 2008). Fotball krever god kapasitet i både anaerob og aerob utholdenhet, samt evnen til å hente seg inn igjen etter intensive perioder (Bangsbo et al., 2008). Yo-yo IR1 og 2 forsøker å gi et samlet mål på fotballspesifikk utholdenhet, og har vist seg å være en test som kan skille mellom fotballspillere på forskjellige nivå (Mohr, Krusturp, & Bangsbo, 2003). Fotballspillere på det høyeste nivået har vist seg å løpe gjennomsnittlig 2420 meter på Yo-Yo IR1 og 1260 meter på Yo-Yo IR2 (Bangsbo et al., 2008).

1.2.2 Maksimal styrke

I fotball er maksimal styrke og power antageligvis like viktig som utholdenhet (Stolen et al., 2005). De mest avgjørende og innholdsrike delene av fotballkampen blir til i perioder med høyintensitetsarbeid med både sprinter, taklinger, dueller og skudd (Hoff & Helgerud, 2004). Ifølge Stolen et al. (2005) sin oppsummering vil en fotballspiller i løpet av en kamp utføre i gjennomsnitt 10-20 sprinter, 15 taklinger, 10 headinger, 50 ballinvolvinger og 30 pasninger (Stolen et al., 2005). I tillegg kommer utallige retningsforandringer samt muskelbruk for å stå imot kraften til motstander i dueller (Stolen et al., 2005).

Maksimal styrke defineres som den høyeste kraften det nevro-muskulære systemet kan utvikle i en frivillig bevegelse (Stolen et al., 2005). Arbeid er energien det koster å flytte noe en gitt distanse (Katch et al., 2011) og er dermed produktet av kraft og arbeidsvei. Power er kroppens evne til størst mulig arbeid på kortest mulig tid (Stolen et al., 2005). Hvor hurtig man klarer å generere kraft kalles rate of force development (RFD) (Katch et al., 2011). En økning av maksimal styrke vil gjerne gi en økning i power fordi man får økt evne til kraftutvikling, som er en viktig komponent i arbeid/tid (Rønnestad & Mujika, 2014). Maksimal styrke måles og defineres gjerne som 1RM (en repetisjon maksimum) i en standardisert bevegelse som for eksempel markløft, knebøy eller benkpress (Hoff & Helgerud, 2004). Dermed er det den ytre resultantkraften som gjerne måles i idrettslig sammenheng (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011). Det er viktig å merke seg at selve muskelkraften som kreves for en gitt ytre resultantkraft ofte er betydelig større (Katch et al., 2011).

Maksimal kraftutvikling bestemmes av mange ulike faktorer (Hoff & Helgerud, 2004). Generelt kan vi si at potensialet for kraftutvikling bestemmes av tverrsnittet på muskelen (Katch et al., 2011). Evnen til å utnytte dette potensialet bestemmes av evnen til å frigjøre kalsium i muskelcellen, og dermed skape tverrbroer mellom aktin- og myosinfilamentene, samt å skape «sliding filament» som er avhengig av tilstrekkelig tilgang på ATP (Katch et al., 2011). Kalsiumfrigjøringen bestemmes av evnen til å rekruttere motoriske enheter og fyringsfrekvensen i de aktuelle motoriske aksonene (Katch et al., 2011). Redannelse av ATP bestemmes av hastigheten på energiomsetningen (Katch et al., 2011). Hvilken forkortningshastighet man kan oppnå ved en gitt kraftutvikling er også avhengig av andelen type II motoriske enheter, siden type II fibre kan utvikle større kraft ved høye forkortningshastigheter enn type I fibre (Katch et al., 2011). Andelen type I og type II muskelfibre

er i stor grad genetisk bestemt (Katch et al., 2011). Hovedsakelig er det tre faktorer som lar seg trene i særlig grad for å øke maksimal muskelstyrke; muskeltverrsnitt, rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens (Hoff & Helgerud, 2004). De sistnevnte to egenskaper går gjerne under betegnelsen nevralt tilpasninger.

I utholdenhetsidretter vil nevralt tilpasninger ofte være å foretrekke fremfor en økning i muskeltverrsnitt (Hoff & Helgerud, 2004). Begge typer tilpasning opptrer gjerne som et resultat av trening, men treningen kan tilpasses for å bestemme graden av nevralt tilpasninger i forhold til økning i muskeltverrsnitt (Hoff & Helgerud, 2004; Katch et al., 2011). En økning i muskeltverrsnitt vil gi en økt kroppsmasse, som kan være ugunstig for utholdenhetsprestasjonen i fotball (Hoff & Helgerud, 2004). I kontaktsidretten fotball kan det likevel være en fordel med den økte kroppsmassen og kraftpotensialet som økt tverrsnitt medfører, avhengig av hvilken posisjon og rolle du skal fylle i laget (Young, 2006).

Evnen til maksimal kraftutvikling er i fotball en grunnleggende fysisk kapasitet som kan hjelpe på flere forskjellige fotballspesifikke bevegelser (Hoff & Helgerud, 2004). Styrke i 1RM knebøy har en godt dokumentert sammenheng med hopp høyde hos fotballspillere (Helgerud, Rodas, Kemi, & Hoff, 2011; Hoff, 2005; Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004). En gjennomsnittlig forbedring av styrken i knebøy på 24.4%, har vist seg å gi en gjennomsnittlig økning i hopp høyde på 6.8% i countermovement jump (CMJ) (Silva, Nassis, & Rebelo, 2015).

Gjennomsnittslengden på en sprint i en fotballkamp er bare på 10-15m (Bangsbo et al., 2006), og er sjeldent lengre enn 30m (Helgerud et al., 2011). Flere studier har vist at det er sammenheng mellom både absolutt- og relativ styrke i beina, og sprintprestasjon på korte avstander (<40m) (Comfort, Bullock, & Pearson, 2012; McBride et al., 2009; Styles, Matthews, & Comfort, 2016; Wisloff et al., 2004). En økning i relativ knebøystyrke på rundt 20%, har vist seg å gi en rundt 2% forbedring i sprintprestasjon på korte avstander (Silva et al., 2015). Selv spillere på høyt internasjonalt nivå har vist evne til å forbedre sprintegenskapene etter maksimal styrketrening (Helgerud et al., 2011). Etter 8 uker med maksimal styrketrening på elitespillere viste studiet til Helgerud et al. (Helgerud et al., 2011) en økning på 51.7% i knebøystyrke med en tilhørende forbedring av sprintprestasjon over 10m med 0.06 sekund. På så korte avstander er akselerasjonen en viktig faktor og man er da avhengig av høy evne til kraftutvikling på kort tid (Seitz, Reyes, Tran, Saez de Villarreal, & Haff, 2014).

Det er også fornuftig å anta at en økning i maksimal styrke og power vil ha en positiv effekt på korte, fotballspesifikke bevegelser som vendinger og retningsforandringer på lik linje med korte sprinter (Hoff & Helgerud, 2004; Stolen et al., 2005). En studie av Sedano et al. demonstrerte at plyometrisk trening, eller power-trening, også kan gi unge fotballspillere et kraftigere spark på ballen (Sedano, Matheu, Redondo, & Cuadrado, 2011).

En økning i maksimal styrke har vist seg å ha en positiv effekt på arbeidsøkonomi hos utholdenhetsutøvere (Hoff, Gran, & Helgerud, 2002; Ronnestad & Mujika, 2014; Storen, Helgerud, Stoa, & Hoff, 2008; Sunde et al., 2010). Det samme har blitt vist hos fotballspillere når de løper rett fram på tredemølle på en submaksimal hastighet (Helgerud et al., 2011). Dette gir oss ikke et fullstendig svar på arbeidsøkonomien i fotballspesifikke bevegelsesmønstre, da disse består av veldig mye mer enn bare løping i lengderetning (Dolci et al., 2018), men det er mulig å anta at styrketrening også kan hjelpe på arbeidsøkonomien i et fotballspesifikt bevegelsesmønster selv om det per nå ikke er noen gode metoder for å teste dette. Styrke vil dermed også kunne være medbestemmende for utholdenhetsprestasjonen til fotballspillere.

Høy evne til maksimal kraftutvikling kan være preventivt når det kommer til skader (Arnason et al., 2004; Young, 2006). Nordic hamstrings, en eksentrisk styrkeøvelse med egen kroppsvekt, har vist seg å redusere sjansen for skader i hamstring med så mye som 51% (Al Attar, Soomro, Sinclair, Pappas, & Sanders, 2017). Arnason et al. (2004) fant en tendens til at de med høy styrke i knebøy også var de som ble minst skadet i løpet av en fotballsesong (Arnason et al., 2004). Styrke kan altså indirekte påvirke fotballprestasjon ved å redusere antall skadedager som kunne vært brukt til å trene fotballspesifikke ferdigheter.

Nivåene på styrkevariablene hos fotballspillere vil være veldig varierende avhengig av faktorer som for eksempel kroppsmasse og rolle på laget (Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000; Stolen et al., 2005). For en mannlig profesjonell fotballspiller med 75kg kroppsvekt vil man kunne forvente verdier over 200kg i knebøy med 90 graders vinkel i kneleddet (Stolen et al., 2005). En vertikal hopphøyde på 60cm i CMJ burde også være oppnåelig (Stolen et al., 2005).

1.2.3 Hurtighet og spenst

Videoanalyser viser at fotballspillere på elitenivå sprinter mellom 130 og 350 meter per 90 minutters kamp når sprint er definert til >25 km/t (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2010). Det tilsvarer bare 1-4% av den totale distansen. Antallet hopp i hodedueller varierer veldig ut ifra posisjon, men vil være på et snitt på ca. 20 per kamp (Bangsbo et al., 2006; Stolen et al., 2005). Tross lave tall vil ofte slike intensive aksjoner være med å avgjøre kamper (Faude, Koch, & Meyer, 2012; Helgerud et al., 2011). Faude et al. (2012) studerte alle mål som ble skåret i en halv sesong i den øverste divisjonen i Tyskland og fant at det veldig ofte var intensive aksjoner i forkant av mål som ble skåret, både av målskårer og servitør (Faude et al., 2012). I forkant av hele 45% av målene gjorde målskåreren en sprint, og i forkant av 16% av målene gjorde målskåreren et hopp (Faude et al., 2012).

En forskjell mellom utøvere på 4 til 6 hundredels sekund på en 20m sprint vil sannsynligvis utgjøre så mye som 30-50 cm forskjell i distanse (Haugen, Tonnessen, Hisdal, & Seiler, 2014). Det vil i fotballsammenheng være nok til å få kroppen foran motstanderen i en løpsduell som kan avgjøre om det blir mål eller ikke (Haugen et al., 2014). Antageligvis gjelder det samme for hodedueller, hvor bare en liten økning i hopp høyde kan være forskjellen på om du vinner duellen eller ikke.

En sprintprestasjon deles i hovedsak inn i 2 faser; akselerasjonsfasen og maksimal hastighetsfasen (Alcaraz, Carlos-Vivas, Oponjuru, & Martinez-Rodriguez, 2018). Tyngdepunktet til kroppen vil være forskjellig fra en akselerasjonsfase til en topphastighetsfase, og da må også kroppens koordinering av motoriske enheter endre seg hele tiden gjennom en sprint (Alcaraz et al., 2018). Dermed vil det være litt forskjellige muskelgrupper og motoriske enheter som blir brukt i de forskjellige fasene (Alcaraz et al., 2018).

Uansett vil kroppens evne til å utvikle kraft hurtig (power) være avgjørende for spenst og sprintprestasjon (Mackala, Fostiak, & Kowalski, 2015). En sprintprestasjon er ganske enkelt et resultat av steglengde og stegfrekvens (Mero, Komi, & Gregor, 1992). Ved høy frekvens på stegene, vil beina være kortest mulig tid i kontakt med bakken, som gir et veldig kort vindu til å utvikle kraft (Mero et al., 1992). Derfor vil kraftutviklingen i en sprint være eksplosiv og en høy RFD vil være en avgjørende faktor for sprintprestasjonen (Alcaraz et al., 2018). Aktivering og koordinering av motoriske enheter vil også være svært avgjørende i forhold til hvor mye av kraftutviklingen som blir utnyttet til å flytte kroppen hurtigst mulig fremover (Morin, Edouard, &

Samozino, 2011). Synergister som fyrer samtidig til rett tid, samt avslapning i antagonistiske muskelgrupper vil føre til at man får mer kraft ut i hvert steg (Alcaraz et al., 2018).

Sprintere på høyt nivå har vist seg å oppnå maksimal hastighet mellom 50 og 70 meter inn i en sprint (Mackala et al., 2015). Videoanalyser har vist at omtrent 90% av alle sprinter i fotball er under 20m (Vigne, Gaudino, Rogowski, Alloatti, & Hautier, 2010), med en gjennomsnittlig varighet på 2-4 sekunder (Haugen et al., 2014). I tillegg har GPS-målinger vist at australske fotballspillere utførte 8 ganger så mange akselerasjoner som sprinter, men som ikke ble registrert som sprint fordi de ikke nådde hastighetskravet for å bli definert som sprint (Haugen et al., 2014; Varley & Aughey, 2013). Derfor er det tydelig at akselerasjonsfasen antageligvis er det viktigste for sprintprestasjon i fotball fremfor maksimal hastighet (Haugen et al., 2014).

Likevel skjer det i fotball at spillere oppnår topphastighet (Rumpf, Lockie, Cronin, & Jalilvand, 2016). Toppfarten til elitefotballspillere virker å ligge på rundt 32 km/t (Bangsbo et al., 2006; Haugen et al., 2014), og oppnås gjerne etter bare 30-40m, fordi fotballspillere ofte starter sprinten mens de allerede jogger, som vil gi en kortere akselerasjonsfase (Rumpf et al., 2016). Derfor vil også topphastighet ha en viss relevans for fotballspillere (Rumpf et al., 2016).

1.3 Måling av belastning

Kvantifisering av belastning er et nyttig verktøy i treningsarbeid og i forskningen (Cardinale & Varley, 2017). For å kunne legge til rette for best mulig fremgang i treningsarbeidet kan måling av belastning bli brukt for å identifisere den optimale belastningen og belastningsøkningen over tid for treningsfremgang (Cardinale & Varley, 2017). I toppidrett er det et nyttig verktøy for å monitorere belastningen til utøvere for å unngå overtrening, skader og sykdom (Cardinale & Varley, 2017). Et kjent prinsipp fra både fysiologien og treningslæren er at belastningen må være stor nok og hyppig nok til å indusere gunstige adaptasjoner og prestasjonsfremgang, men ikke så stor og hyppig at den resulterer i overtrening, sykdom eller skader (Cardinale & Varley, 2017). Utfordringen blir da å treffe i det vinduet som ligger mellom for stor og for liten belastning. En reliabel kvantifisering av belastning vil således gi oss et viktig verktøy i å kunne registrere belastningen mest mulig nøyaktig. Imidlertid kan dette alene ikke si noe om belastningen er for stor eller for liten, uten tilleggsinformasjon om den enkelte spillers treningsstatus, prestasjonsstatus, motivasjon og adaptasjonsevne (Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005).

Vi skiller gjerne mellom måling av ytre- og indre belastning (Cardinale & Varley, 2017). Ytre belastning kan defineres kort som det *arbeidet* kroppen gjør, målt utenfra (Cardinale & Varley, 2017). Som for eksempel å løpe 1500 meter med en hastighet på 20 km/t. Global positioning system (GPS), videoanalyse og akselerometer er eksempler på verktøy som blir brukt for å måle ytre belastning. Indre belastning handler om den *fysiologiske* belastningen som blir påført kroppen (Impellizzeri et al., 2005). Den indre belastningen er i hovedsak bestemt av den ytre belastningen, men blir også påvirket av ting som treningstilstand, genetiske faktorer (Impellizzeri et al., 2005) og ikke minst nevrologisk effektivitet (Støren, 2009). Med andre ord trenger ikke den indre belastningen å være det samme for to personer med den samme ytre belastningen (Mujika, 2017). Eksempler på verktøy for å objektivt måle indre belastning er pulsmåler, laktatmålinger og oksygenopptak. Ved subjektiv måling av indre belastning brukes gjerne ulike skalaer for «rating of perceived exertion (RPE), som for eksempel Borgs skala. Kun et fåtall av målemetodene for ytre- og indre belastning egner seg for bruk i lagidretter som fotball under selve spillet.

1.3.1 GPS

GPS er et navigasjonsverktøy hvor en mottaker, ved bruk av flere satellitter, får beregnet sin egen posisjon på jordkloden (Cummins, Orr, O'Connor, & West, 2013). Fra posisjonsdata kan GPS beregne total distanse, hastighet og akselerasjon (Cardinale & Varley, 2017). GPS har sine begrensninger ved at de trenger kommunikasjon med minst 4 forskjellige satellitter til enhver tid, og kan derfor kun brukes utendørs (Scott, Scott, & Kelly, 2016). Man må også være obs på hva GPS-brikker er i stand til å gi oss av troverdig og nøyaktig informasjon med den GPS-teknologien som er tilgjengelig for øyeblikket (Scott et al., 2016). Likevel er GPS en lite ressurskrevende metode for å måle ekstern belastning (Cardinale & Varley, 2017) og vil i løpet av sekunder gi oss posisjonelle data som det ville tatt timevis å få ut fra videoanalyser (Scott et al., 2016)

GPS-brikker kommer i flere forskjellige typer, gjerne med en oppdateringsfrekvens på 1-15 hertz (Hz) (Cummins et al., 2013). Hvor mange Hz sier oss hvor mange ganger i sekunder posisjonen til brikken blir beregnet. Alle GPS-brikker har vist seg å kunne måle distanse løpt over lengre distanser (>50 meter) i samme retning med brukbar validitet og reliabilitet (Scott et al., 2016). For bruk i lagidrett med mange akselerasjoner, deakselerasjoner, retningsforandringer og korte distanser blir registreringsfrekvensen en begrensende faktor (Portas, Harley, Barnes, & Rush, 2010; Scott et al., 2016; Varley, Fairweather, & Aughey, 2012). Derfor anbefales bruk av GPS-brikker med 10Hz eller mer (Scott et al., 2016).

GPS-brikker med 10Hz registreringsfrekvens eller mer har vist seg å kunne måle total distanse i lagidrett svært nøyaktig (Scott et al., 2016). Validiteten for korte sprinter er også brukbar, med standardavvik på 10.9% på 15m sprint og 5.1% på 30m sprint (Scott et al., 2016). 10Hz GPS kan også gi oss målinger av topphastighet med god validitet (Scott et al., 2016). GPS kan også gi brukbare registreringer av akselerasjoner hvis akselerasjonene er under $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (Akenhead, French, Thompson, & Hayes, 2014). Ved raskere akselerasjoner og deakselerasjoner blir validiteten lav (Scott et al., 2016). GPS har dårligere reliabilitet over korte avstander med retningsforandringer (Scott et al., 2016), og når hastigheten blir veldig stor (Halson, 2014). Ellers har reliabiliteten til GPS vist seg å være god, så lenge man bruker den samme GPS-brikken hver gang (Scott et al., 2016).

1.3.2 Akselerometer

Et akselerometer er et måleverktøy som består av en mekanisk enhet som måler bevegelse i to (X og Y) eller tre akser (X, Y og Z), og en microchip som tolker informasjonen fra den mekaniske enheten (Li et al., 2016). I motsetning til GPS gir den ingen informasjon om posisjon, men den måler bevegelser i alle retninger (Nicolella, Torres-Ronda, Saylor, & Schelling, 2018), og har gjerne et gyroskop og/eller et magnetometer som forteller brikken hvilken retning den peker i (Cardinale & Varley, 2017). Et akselerometer trenger derfor heller ikke noe satellittsignal som gjør at den kan brukes i alle omgivelser (Cardinale & Varley, 2017). Den egner seg til å gi informasjon om akselerasjon, deakselerasjon, hopp, kollisjoner, retningsforandringer og andre korte, intensive aksjoner på relativt små flater (Nicolella et al., 2018).

Akselerometer har evnen til å kvantifisere total belastning ved å måle akselerasjon over tid (Li et al., 2016). Et slik mål er for eksempel Catapult PlayerLoad™ (Catapult Innovations, Melbourne, Australia), som forsøker å gi en verdi på utøverens treningsbelastning basert på den akkumulerte akselerasjonen over tid (Nicolella et al., 2018).

Akselerometer har vist seg å ha varierende reliabilitet mellom forskjellige akselerometer-brikker, men veldig god reliabilitet hvis utøverne bruker samme akselerometer-brikke hver gang (Nicolella et al., 2018). Validiteten til akselerometer er vanskelig å si noe om da et akselerometer ikke gir noen målbar distanse, men en akkumulert og oppfunnet verdi som for eksempel Catapult PlayerLoad™ (PL) (Cardinale & Varley, 2017). Det er heller ikke, per i dag, noen «gull standard» for å måle ekstern belastning i lagidretter (Cummins et al., 2013), som gjør det vanskelig å validere den akkumulerte verdien til PL opp mot en gitt standard. PL har likevel vist seg å korrelere bra med mål som total distanse (Cardinale & Varley, 2017).

1.3.3 Pulsmåler

Pulsmåling, eller måling av hjerterefrekvens (HF), er et godt verktøy for å måle treningsintensitet i form av indre belastning (Achten & Jeukendrup, 2003). Pulsmåling er lite ressurskrevende og krever bare et pulsbelte med elektroder som registrerer hjerteslag, samt en mottaker som i dag ofte kommer i form av en klokke på armen (Achten & Jeukendrup, 2003). De beste målemetodene vi har for å måle treningsintensitet i form av energiforbruk (oksygenopptak og laktatmålinger) er

vanskelig å gjøre i felt, og da spesielt i lagidretter som fotball (Achten & Jeukendrup, 2003). HF har vist seg å variere lineært med oksygenopptak ved submaksimale belastninger, og kan derfor være et godt alternativ for å måle treningsintensitet selv om det ikke måler energiforbruk direkte (Achten & Jeukendrup, 2003). Hvis man måler varighet på forskjellige intensiteter, vil man ha et godt mål på indre treningsbelastning (Mujika, 2017).

Det er viktig å huske på at maksimal hjertefrekvens (HF_{max}) kan variere fra person til person (Katch et al., 2011). Derfor kan 180 slag i minuttet bety noen helt forskjellig for to forskjellige personer. Det kan være makspuls for den ene, mens det bare er 90% av HF_{max} hos den andre. Derfor er det viktig å få et mål på HF_{max} hos den enkelte hvis HF skal være et nøyaktig mål på intensitet, da intensiteten gjerne beregnes ut fra prosent av HF_{max} (Katch et al., 2011).

Reliabiliteten og validiteten til pulsmålere er meget god, så lenge pulsmåleren er i form av et pulsbelte rundt brystet (Achten & Jeukendrup, 2003). I løpet av de siste årene har håndleddsmålere også blitt bedre og bedre, men mangler fortsatt en del for å bli like målingssikre som pulsbelter (Cardinale & Varley, 2017). Likevel må man være oppmerksom på visse svakheter ved bruk av HF. HF har vist seg å variere med flere fysiologiske og psykologiske faktorer samt omgivelsene våre (Achten & Jeukendrup, 2003). Eksempelvis stress. HF vil heller ikke kunne si noe om de korte, intensive aksjonene i fotball da HF reagerer relativt sakte på forandringer i intensitet (Impellizzeri et al., 2005).

1.3.4 RPE

Rate eller rating of perceived exertion (RPE), eller opplevd belastning, er en subjektiv målemetode for intern belastning hvor personen selv vurderer hvor stor belastningen var (Halson, 2014). RPE er kanskje den enkleste og minst ressurskrevende metoden for å måle belastning da den verken krever mye tid eller penger til utstyr. Det eneste som kreves er at utøveren selv skriver ned etter en trening eller kamp hvor «tung» eller «lett» han/hun følte økten var (Haddad, Stylianides, Djaoui, Dellal, & Chamari, 2017). Den originale Borg skalaen for å måle RPE var en skala satt fra 6-20, for å representere det mest vanlige hjertefrekvensregisteret til mennesket (60-200) (Borg, 1982). De senere år har det blitt mer vanlig å bruke Borg CR10 skala, som er en skala fra 1-10 (Haddad et al., 2017).

Validiteten til RPE målt opp mot objektive mål på belastning og intensitet, har vist seg å variere en del fra studie til studie (Chen, Fan, & Moe, 2002), som i seg selv kan være et dårlig tegn.

Gjennomsnittlig korrelasjonsverdi for RPE sett opp mot HF, blodlaktat og % av VO_{2max} , i kontinuerlige øvelser som løping, sykling og svømming, hadde R-verdier på henholdsvis 0.79, 0.75 og 0.80 (Chen et al., 2002) noe som indikerer at det er en sammenheng men at det ikke er likt. Impellizzeri et al. (2004) har forsøkt å validere RPE for å måle treningsbelastning i fotball, og fikk R-verdier mellom 0.50 og 0.85 sett opp mot HF (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004).

RPE er en subjektiv helhetsvurdering av egen utmattelse, og kan derfor påvirkes av både psykologiske-, sosiale- og miljøfaktorer (Chen et al., 2002; Haddad et al., 2017). Slike faktorer kan eksempelvis være personlighet angående for eksempel smertetoleranse, kjedsomhet og lignende. Eller sosial påvirkning som for eksempel hva dine medspillere synes om belastningen av økta. Det er altså en hel del feilkilder som kan være med på å påvirke resultatet, men som ikke nødvendigvis påvirker nevro-muskulær yteevne eller tretthet, og dermed senkes validiteten sett opp mot mer objektive mål.

1.4 Rationale og Problemstilling

Den indre belastningen trenger ikke være den samme hos personer som har den samme ytre belastningen (Mujika, 2017). Indre belastning kan variere avhengig av fysisk kapasitet i form av treningstilstand, genetiske faktorer (Impellizzeri et al., 2005) og nevrologisk effektivitet (Støren, 2009). Man kan anta at en høy fysisk kapasitet vil kunne gi en relativt sett lavere indre opplevd belastning i forhold til en gitt ytre belastning. For eksempel er det mulig å anta at hvis to personer løper 10 km, vil det gi en høyere indre belastning for en med lav fysisk kapasitet i forhold til en med høy fysisk kapasitet.

Man kan også anta at det er en sammenheng mellom indre opplevd belastning og ytre belastning, da indre belastning i stor grad bestemmes av den ytre belastningen (Impellizzeri et al., 2005). Derfor er det mulig å anta at indre opplevd belastning i form av RPE kan være et valid mål på fysisk belastning i fotball, som er langt enklere og mindre ressurskrevende enn mål som HF, GPS og Catapult PlayerLoad™.

Derfor ønsket den foreliggende studien å undersøke om det var en sammenheng mellom indre opplevd belastning i form av RPE og ytre belastning i form av Catapult PlayerLoad™, og se hvordan fysisk kapasitet eventuelt påvirket forholdet mellom dem.

2. Metode

Studiet er utformet som en kvantitativ kartleggingsstudie der målinger er gjort med hensikt i å se etter sammenhenger mellom ulike variabler. Studien ble gjort i samarbeid med en norsk eliteserielag, og alle testene er gjort på deres juniorlag.

2.1 Forsøkspersoner

På fotballaget som ble brukt som testgruppe var det totalt 24 forsøkspersoner. Av totalt 24 var det 20 som deltok i forsøksperioden. De som ikke deltok var grunnet skade eller deltakelse på høyere nivå. Av de 20 var det 11 forsøkspersoner som hadde gyldige resultater vi kunne bruke i analysene. Alle forsøkspersonene var på juniorlaget til et norsk eliteserielag, og var i alderen 16 til 18 år. Populasjonen er definert som juniorspillere på nasjonalt nivå i fotball. Alle forsøkspersonene var godt trent i fotball, og enkelte spilte på aldersbestemte landslag.

Fra målingene på de 20 forsøkspersonene gjennom 7 treninger og 5 kamper ble det gjort totalt 171 individuelle registreringer med GPS og akselerometer. Registreringer som manglet tilhørende RPE-verdi ble ekskludert, samt alle registreringer fra forsøkspersoner som manglet en av følgende fysiske tester; styrke benkpress, styrke knebøy, styrke chins, utholdenhetsprestasjon tredemølle, Yo-Yo IR2, hurtighet 10 meter og hurtighet 30 meter. Da gjenstod det 11 forsøkspersoner med totalt 46 registreringer.

Tabell 1 Utøverkarakteristika (N=11)

Alder (år)	16.6 ± 0.8	4.9%
Høyde (cm)	181.3 ± 7.8	4.3%
Kroppsvekt (kg)	72.0 ± 7.9	10.9%
Prestasjon Mølle (s)	517.9 ± 77.9	15.0%
Yo-Yo (fartsnivå)	20.8 ± 0.4	1.9%
Hurtighet 30m (s)	4.44 ± 0.15	3.3%
Hurtighet 10m (s)	1.90 ± 0.07	3.5%
Knebøy (kg)	112.7 ± 16.6	14.8%
Benkpress (kg)	68.0 ± 8.8	12.9%
Chins (n)	9.1 ± 3.2	35.6%

Verdiene er gjennomsnitt ± standard avvik, samt variasjonskoeffisient i prosent. N, antall. Cm, centimeter. Kg, kilogram. S, sekunder.

2.2 Etikk

Alle forsøkspersonene var underlagt den aktuelle fotballklubben og testing foregikk i regi av klubben. Alle spillerne som var med i studien signerte et samtykkeskjema om at klubbens data kunne brukes så lenge det var aidentifisert (vedlegg 1). Forsøkspersoner under 18 år signerte sammen med foresatt/klubb. Alle forsøkspersoner som deltok på prestasjonstest på tredemølle signerte et egenerklæringskjema for helse før deltakelse (vedlegg 2). Også her skrev klubben/foresatt under sammen med spilleren hvis de var under 18 år.

2.3 Måleutstyr

GPS-data og Catapult PlayerLoad™ ble samlet inn ved bruk av Catapult OptimEye X4 10Hz GPS-brikker med 100Hz akselerometer, gyroskop og magnetometer (Catapult Innovations, Melbourne, Australia). Tallene fra GPS-brikkene ble bearbeidet og hentet ut av dataprogrammet Catapult OpenField. RPE ble samlet inn ved hjelp av spørreskjema og/eller en egen app som klubben har fått utviklet til å registrere spillernes tilstand etter hver økt. Forsøkspersonene gjennomførte utholdenhetsprestasjon på tredemølle av typen Sportsmaster tredemølle T300 (Nordic Sportsmaster AS, Asker, Norge). Styrketester ble gjennomført med vektstang og skiver av olympisk standard fra Sportsmaster. Hurtighetstester ble gjennomført med tidtakerutstyr med fotoceller (Ergotest Innovation, Porsgrunn, Norge).

2.4 Testprotokoller

Forsøkspersonene ble fulgt over en 4 ukers periode, hvor det ble gjort RPE-, GPS- og akselerometermålinger fra 7 treninger og 5 kamper. Fysiske tester for å få tall på fysisk kapasitet ble gjort så nært testperioden som mulig, og tall fra fysiske tester som klubben hadde gjort ble hentet ut fra nærmeste tidspunkt til testperioden.

Yo-Yo IR2, styrketester i benkpress, knebøy og chins samt hurtighetstester over 10 og 30 meter ble gjort av klubben jevnlig på alle forsøkspersonene. Tallene fra testene ble brukt for å definere fysisk kapasitet sammen med målingene fra utholdenhetsprestasjon på tredemølle.

GPS- og akselerometerdata

Forsøkspersonene tok på seg GPS- og akselerometerbrikkene på 7 treninger og 5 kamper i en 4 ukers periode. De brukte samme brikke hver gang, for å få mest mulig reliable målinger (Nicolella et al., 2018). Forsøkspersonene fikk hjelp til å ta på brikkene og ble oppfulgt under trening i tilfelle noe skulle skje med brikken. Brikken ble plassert i vest som fulgte med, og var plassert på ryggen like under nakken, midt mellom skulderbladene. Brikkene ble slått på i garderoben før trening/kamp, og slått av i garderoben etter endt økt. Tidspunkt for treningsstart og treningslutt ble skrevet ned, samt kampstart og tiden hver enkelt spiller ble byttet ut. Etter hver økt ble data fra brikkene hentet ut og sortert i Catapult OpenField.

Som mål på total fysisk belastning ble det brukt Catapult Sports sin PlayerLoad™, som har som mål å kalkulere fysisk belastning via følgende formel (formel 1):

$$= \sqrt{\frac{(a_{y(t)} - a_{y(t-1)})^2 + (a_{x(t)} - a_{x(t-1)})^2 + (a_{z(t)} - a_{z(t-1)})^2}{100}}$$

(Nicolella et al., 2018)

Catapult PlayerLoad™ kalkuleres ved bruk av akselerometer som måler akselerasjon fremover (a_y), sideveis (a_x) og vertikalt (a_z).

RPE

Etter hver trening og kamp ble forsøkspersonene bedt om å registrere opplevd belastning. Forsøkspersonene registrerte belastning på en skala fra 1-10 i et skjema utviklet av klubben. Spillerne hadde fått opplæring i å bruke det fra trener.

Fysisk kapasitet

Utholdenhetsprestasjon

Forsøkspersonene fikk beskjed om å varme opp i 10 minutter i eget tempo på tredemølle før testen skulle gjennomføres. Forsøkspersonene løp på 5% stigning og startet på 10 km/t og økte deretter trinnvis med 0.5 km/t hvert 30. sekund. Forsøkspersonene ble oppmuntret verbalt underveis i protokollen til å fortsette til utmattelse. Tidspunkt for start og slutt ble registrert. Hvor mange minutter og sekunder forsøkspersonen løp før utmattelse ble definert som utholdenhetsprestasjon på tredemølle.

Yo-Yo intermittent recovery test level 2 (Yo-Yo IR2)

Forsøkspersonene gjennomførte Yo-Yo IR2 ute på fotballbane etter 10 minutter med oppvarming. Yo-Yo IR2 gjennomføres ved at forsøkspersonene løper 2x20 meter frem og tilbake mellom fastsatte linjer. Mellom løpene på 2x20 meter er det en pause på 10 sekunder hvor forsøkspersonene skal dekke 2x5 meter, mellom fastsatte linjer. Hastigheten på løpene øker progressivt og bestemmes av lydsignaler. Forsøkspersonene ble stoppet hvis de ikke nådde målstreken i tide to ganger på rad, og fikk da registrert hvilket hastighetsnivå de endte på. Advarsel ble gitt hvis forsøkspersonene tjuvstartet eller ikke nådde streken én gang.

Styrke

Styrketester ble gjennomført innendørs på et styrkerom. Oppvarming ble gjennomført med submaksimale belastninger estimert på grunnlag av forsøkspersonenes treningsstatus. Testforsøk ble gjennomført med minimum 2 minutters pause. Styrke i knebøy ble målt med 90° vinkel i kneleddet. I benkpress valgte forsøkspersonene selv grepsbredde, og stanga skulle senkes ned til brystet, og heves opp til startposisjon. For å få godkjent chins måtte forsøkspersonene få haka over stanga. Forsøkspersonene var godt kjent med styrkeøvelsene fra deres individuelle styrketreningsprogram. Alle forsøkspersonene nådde 1RM i løpet av 5 forsøk.

Hurtighet

Etter en generell oppvarming på 10 minutter ble fotocellene plassert på 0, 10 og 30 meter på en utendørs fotballbane av kunstgress. Forsøkspersonene brukte fotballsko, og gjennomførte 2 løp hver, hvor beste resultat ble brukt som tid på 10- og 30m sprint. Forsøkspersonene startet med fremste fot på linje med den første fotocellen. Tidtakingen startet ved at kroppen passerte første fotocelle.

Poengsystem

For å få et mål på total fysisk kapasitet slo vi sammen resultatene fra styrketester, utholdenhetstester og hurtighetstester ved hjelp av et poengsystem. Målet var at alle forsøkspersonene skulle få poeng på en skala fra 1-10 på alle fysiske tester (styrke benkpress, styrke knebøy, styrke chins, utholdenhetsprestasjon tredemølle, Yo-Yo IR2, hurtighet 10 meter og hurtighet 30 meter).

Tabell 2 Poengsystem

Poengsystem	Poeng	Prestasjon (s)	Yo-Yo	Knebøy (kg)	Benkpress (kg)	Chins	Hurtighet 30m (s)	Hurtighet 10m (s)
Min	1	395	20,2	80	55	5	4,65	2,03
	2	433	20,3	89	59	6	4,59	1,99
	3	470	20,4	98	63	7	4,53	1,96
	4	508	20,5	106	66	7	4,47	1,92
Median	5	545	20,6	115	70	8	4,42	1,89
	6	559	20,7	120	73	9	4,38	1,87
	7	573	20,9	125	76	11	4,34	1,85
	8	587	21,0	130	79	12	4,30	1,83
	9	601	21,2	135	82	14	4,25	1,82
Max	10	615	21,3	140	85	15	4,20	1,80

S = sekunder. Kg = kilogram.

I hver enkelt variabel ble høyeste målte verdi blant forsøkspersonene satt til 10 poeng, mens laveste målte verdi ble satt til 1 poeng. Median ble satt som 5 poeng. 2-4 poeng ble jevnt fordelt mellom verdiene til poeng 1 og 5 mens poeng 6-9 ble jevnt fordelt mellom verdiene til poeng 5 og 10 (tabell 2). For å oppnå en gitt poengscore måtte verdien på den fysiske testen være på eller over verdien den gitte poengscoren var satt til.

Deretter ble poengscore som skulle representere total fysisk kapasitet beregnet via følgende formel (formel 2):

$$FK = \frac{\frac{U_x + U_y}{2} + \frac{S_x + S_y}{2} + \frac{H_x + H_y}{2}}{3}$$

U_x = poengscore for utholdenhetsprestasjon tredemølle. U_y = poengscore Yo-Yo IR2. S_x = Poengscore styrke knebøy. S_y = poengscore styrke overkropp (poengscore benkpress + poengscore chins / 2). H_x = poengscore hurtighet 10m. H_y = poengscore hurtighet 30m.

2.5 Statistiske analyser

For å gjøre statistiske analyser ble statistikkprogrammet IBM SPSS benyttet (Statistical package for Social Sciences, IBM, Chicago, IL, USA). Deskriptiv statistikk ble brukt for å få tall på gjennomsnitt og standard avvik i beskrivelsen av forsøkspersonene. Bivariate korrelasjoner ble brukt for å se på sammenhenger mellom de forskjellige variablene. Statistisk signifikansnivå på korrelasjonene ble satt til $p < 0,05^*$ og $p < 0,01^{**}$.

3. Resultat

Gjennomsnittet for total fysisk kapasitet beregnet ut fra formel 2 var 5.4 ± 1.7 , med en variasjonskoeffisient på 32,3%. Gjennomsnittlig verdi for PL var 612.5 ± 264.8 med en variasjonskoeffisient på 43,2%. Gjennomsnittlig verdi for RPE var 6.8 ± 1.8 med en variasjonskoeffisient på 27,1%.

Tabell 3 Korrelasjoner mellom fysisk belastning og fysisk kapasitet (N=11)

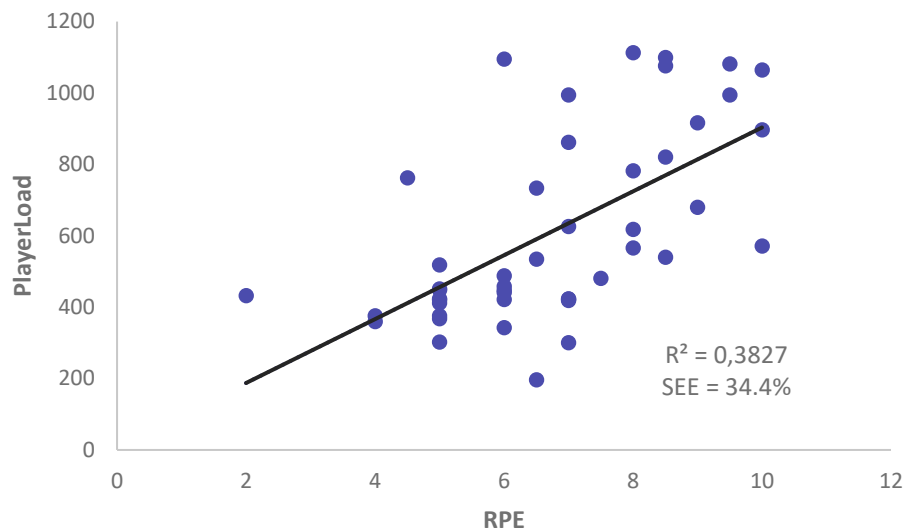
	Total Fysisk Kapasitet	Utholdenhet	Hurtighet	Styrke	PL
RPE	0.041	-0.011	0.051	0.046	0.619**
PL	0.123	-0.014	0.094	0.193	
PL/RPE	0.180	0.063	0.122	0.216	0.609**
Total distanse	0.065	-0.018	0.046	0.119	0.983**
Distanse >24km/t	0.355*	-0.014	0.328*	0.454**	0.696**
Distanse >21km/t	0.280	0.062	0.244	0.299	0.846**
Akselerasjoner	0.261	0.053	0.169	0.362*	0.564**
RHIE	0.156	0.030	0.132	0.177	0.850**

Verdiene oppgitt er korrelasjonskoeffisienten R. RPE, rate of perceived exertion. PL, players load. Km/t, kilometer i timen. RHIE, repeated high intensity efforts.

*p<0.05

**p<0.01

Resultatene fra tabell 3 viser at det var ingen sammenheng mellom PL/RPE og total fysisk kapasitet. Det var heller ingen sammenheng mellom PL/RPE og utholdenhet, hurtighet eller styrke. Korrelasjonen mellom total distanse og PL viser en sterk signifikant sammenheng med r-verdi på 0.983.



Figur 1 Sammenheng mellom Player Load og RPE (N=11).

RPE, Rate of perceived exertion. R, correlation coefficient.

Resultatene fra tabell 3 og figur 1 viser at det var en signifikant sammenheng mellom PL og RPE med R-verdi på 0.619. Standard error of estimate (SEE) var på 34.4%.

4. Diskusjon

Hovedfunnene i denne studien var for det første at det var en signifikant sammenheng mellom PL og RPE ($R = 0.619$), men at denne sammenhengen ikke var veldig presis ($SEE = 34.4\%$). For det andre ble det ikke funnet noen sammenheng mellom PL/RPE og fysisk kapasitet. Dette betyr at de med høyest fysisk kapasitet ikke opplevde en gitt PL som mindre belastende enn dem med lavere fysisk kapasitet.

4.1 Player Load og RPE

Sammenhengen mellom PL og RPE i dette studiet stemmer godt overens med resultatene fra Impellizzeri et al. (2004) som fant R-verdier mellom HF og RPE på 0.50 til 0.85 hos fotballspillere (Impellizzeri et al., 2004). Sammenlignet med andre utholdenhetsidretter som løping og sykling ($R = 0.75 - 0.80$) er korrelasjonen i fotball noe svakere (Chen et al., 2002), som også stemmer overens med resultatene til Impellizzeri et al (2004) (Impellizzeri et al., 2004).

Likevel er kanskje ikke resultatene fra den foreliggende studien direkte sammenlignbare med Impellizzeri et al. (2004) sine resultater. Det foreliggende studiet har brukt akselerometerbaserte Catapult PlayerLoad™ som mål på fysisk belastning, mens Impellizzeri et al. (2004) brukte HF som mål på fysisk belastning. En av svakhetene ved bruk av HF som mål på fysisk belastning er at HF reagerer sakte på forandringer i intensitet (Impellizzeri et al., 2005), og har vanskelig for å si noe om anaerob energifrigjøring. Dette presiserer også Impellizzeri et al. (2004) som en mulig årsak til hvorfor korrelasjonen mellom HF og RPE ble svakere ved bruk i fotball enn ved bruk i utholdenhetsidretter, da det er faser med høy anaerob energifrigjøring i fotball (Impellizzeri et al., 2004). Slik sett burde kanskje korrelasjonen mellom PL og RPE vært sterkere enn korrelasjonen mellom HF og RPE da måling av akkumulerte akselerasjoner burde ha gode forutsetninger for å registrere korte perioder med høy intensitet.

HF kan imidlertid ha andre egenskaper som kan være gunstig for å få en sterkere sammenheng med RPE sett i forhold til PL. HF er i likhet med RPE en måling av indre belastning, noe som skiller seg fra PL som er et mål på ytre belastning. Både RPE og HF kan derfor være påvirket av mentale faktorer som for eksempel stress (Achten & Jeukendrup, 2003; Chen et al., 2002). Da målet i

utgangspunktet er å måle fysisk belastning, vil dette ses på som en svakhet ved bruk av både RPE og HF. Likevel kan det kanskje styrke korrelasjonen mellom RPE og HF og dermed være med på å validere RPE som mål på fysisk belastning. Denne svakheten vil ikke PL ha, da det er et mål på ekstern belastning, og kan slik sett kanskje gi et bedre sammenligningsgrunnlag for å validere RPE som mål på fysisk belastning.

At sammenhengen mellom PL og RPE i det foreliggende studiet hadde en SEE på hele 34.4% viser at RPE er et upresist verktøy for å si noe om PL, og vice versa. Eksempelvis vil det si at en gitt PL på for eksempel 600 vil indikere en RPE på hvor som helst mellom 4 og 7 på en RPE-skala fra 1-10. Som er styringsredskap med tanke på treningsplanlegging og treningsgjennomføring synes ikke dette å være særlig verdifullt.

4.2 Fysisk kapasitet, PL og RPE

Det ble ikke funnet sammenheng mellom fysisk belastning og PL/RPE i det foreliggende studiet. Med kun 11 spillere kan det argumenteres med at det er det lave antallet som skjuler en eventuell sammenheng. Imidlertid ville et høyere antall som eventuelt hadde gitt signifikant sammenheng også ført til svært liten praktisk relevans.

At total fysisk kapasitet ikke hadde noen påvirkning på forholdet mellom spillernes ytre fysiske belastning og indre opplevde belastning, er overaskende. Man skulle i utgangspunktet tro at en høy fysisk kapasitet ville gi en lavere opplevd fysisk belastning i forhold til spillere med lavere fysisk kapasitet på en gitt ytre belastning. Dette er i seg selv et interessant funn, som skulle tyde på at den fysiske kapasiteten har lite å si for hvor stort fysisk arbeid en spiller gjør i trening og kamp. Imidlertid vet man at dette ikke kan stemme med mindre spillerne alle har veldig lik fysisk kapasitet. Det er ikke mulig å løpe lengre enn utholdenheten din tillater og man kan ikke sprinte raskere enn sin egen toppfart, osv. Tallene fra den foreliggende studien skulle derfor indikere at total fysisk kapasitet burde vært svært lik mellom spillerne som deltok i studien. Imidlertid var variasjonskoeffisienten basert på poengsystemet i utregningen av fysisk kapasitet på 32.3% - noe som indikerer et heterogent utvalg. Dette er nok en noe kunstig høy variasjonskoeffisient på grunn av omregningen til poengsystem. Ser man på de ulike enkeltvariablene i tabell 1 er det kun chins som har en tilsvarende høy variasjonskoeffisient, mens Yo-Yo IR2 og hurtighet på 10 og 30 meter

har svært lav variasjonskoeffisient på henholdsvis 1.9, 3.5, og 3.3%. Dette indikerer dermed et relativt homogent utvalg. Det er derfor ikke mulig å utelukke at homogenitet i fysisk kapasitet kan være en del-årsak til at fysisk kapasitet ikke påvirker forholdet mellom PL og RPE.

Andre potensielle årsaker til at den foreliggende studien ikke viser noen påvirkning fra fysisk kapasitet på PL/RPE er usikre. Det kan hende det fysiske arbeidet ble begrenset av fotballens egenart, posisjon på banen, taktiske valg og treneren i treningssammenheng, slik at spillere med en eventuelt høy fysisk kapasitet ikke fikk muligheten til å utnytte dette i stor nok grad. Det kan tenkes at spillerne hadde en fysisk kapasitet som overgikk de fysiske kravene som ble stilt av treningene og kampene i perioden. Resultatet av dette kan tenkes å være at RPE-rapporteringen ble litt tilfeldig, da spillerne kanskje sjeldent følte fysisk utmattelse. Det kan i så fall være med på å forklare hvorfor det ikke er de best fysisk trente som gjør det største fysiske arbeidet, siden det heller ikke var i nærheten av en signifikant sammenheng mellom total fysisk kapasitet, utholdenhetskapasitet, styrke eller hurtighet og PL (tabell 3). Da kan det kanskje tenkes at de mentale eller sosiale faktorene som påvirker RPE ble mer avgjørende enn det fysiske. Dette er imidlertid svært usikkert, spesielt da de fysiske testene ikke viser noen tegn til at forsøkspersonene var veldig godt trent. Det gjennomsnittlige fartsnivået til forsøkspersonene på Yo-Yo IR2 var på 20.8 (Tabell 1). Dette tilsvarer ca. 760 meter i distanse på testen. Fotballspillere på det øverste nivået har vist seg å ha en gjennomsnittlig distanse på ca. 1260m på Yo-Yo IR2 (Bangsbo et al., 2008). Det betyr at de fysiske kravene stilt av trening og kamp antageligvis måtte vært særdeles lave for at forsøkspersonene ikke skulle ha mulighet til å oppleve fysisk utmattelse.

Catapult PlayerLoad™ kan være vanskelig å validere (Cardinale & Varley, 2017). Derfor kan det tenkes at PL ikke er et godt nok mål på ytre belastning, noe som kan ha ført til svake korrelasjoner mellom PL/RPE og fysisk kapasitet. Likevel viser resultatene fra den foreliggende studien en sterk signifikant sammenheng mellom PL og total distanse ($R = 0,983$, tabell 3), som er et annet mål på ytre belastning. Derfor er det lite sannsynlig at det er årsaken til den svake korrelasjonen mellom PL/RPE og fysisk kapasitet, da det er andre resultater som har kommet ut av den foreliggende studien som tyder på at PL er et godt mål på ytre belastning, sett opp mot total distanse.

4.3 Metodiske betraktninger

I den foreliggende studien ble store deler av datasettet målt og registrert av fotballklubben. Det betyr at forfatteren av denne oppgaven ikke hadde mulighet til å påvirke hvilke tester som ble gjennomført eller hvilke protokoller som ble brukt til testene. Det var heller ikke mulighet for å kontrollere at protokollene ble fulgt til punkt og prikke. Dette kan ha resultert i feilmålinger som ikke ble tatt ut av datasettet, eller feilregistreringer av resultatene som ble målt. I tillegg kan det ikke utelukkes at forsøkspersonene ikke gjorde de registreringene de skulle. Totalt ble det gjort 171 individuelle registreringer av spillere med GPS-brikker i trening og kamp. For å få en godkjent registrering måtte forsøkspersonen ha godkjente målinger av PL, RPE, styrke knebøy, styrke benkpress, styrke chins, Yo-Yo IR2, utholdenhetsprestasjon på mølle og hurtighet på 10- og 30 meter. Her ble veldig mange registreringer ekskludert grunnet manglende RPE registreringer til tilhørende trening eller kamp, eller at spilleren ikke hadde gjort viktige fysiske tester i forkant av studiet. Etter ekskluderingen var det bare 46 registreringer igjen.

Det var heller ingen mulighet til å kontrollere hva forsøkspersonene gjorde på fritiden. Dette kan ha påvirket testresultater både i fysiske tester for kapasitet og under testperioden for fysisk belastning. RPE påvirkes av både fysiske og mentale faktorer (Haddad et al., 2017) og resultatet kunne derfor antageligvis bli påvirket hvis spillerne møtte opp enten fysisk eller mentalt sliten til trening eller kamp hvor RPE ble registrert.

Alle forsøkspersonene var gutter i alderen 16 til 18 år. De spilte på samme lag, og hadde samme antall fellestreninger med fotball. De hadde derfor antageligvis relativt lik treningsstatus som gjorde dette til en homogen gruppe treningsmessig. Dette kan være et problem når man ønsker å synliggjøre hvilke fysiske variabler som har betydning for fysisk prestasjon i fotball.

Variasjonskoeffisienten var relativt lav på både Yo-Yo IR2 (1.9%), hurtighet 30m (3.3%) og hurtighet 10m (3.5%) (tabell 1). Imidlertid steg altså variasjonskoeffisienten til hele 32.3% for total fysisk kapasitet, noe som tyder på at spillergruppen var mindre homogen på tvers av utholdenhets / styrke-spenst-hurtighetsgrensen enn på hver side av denne. Det er som diskutert tidligere derfor usikkert, men kan ikke utelukkes, at relativt lik fysisk kapasitet kan være noe av årsaken til at fysisk kapasitet ikke synes å påvirke forholdet mellom PL og RPE.

En annen mulig kilde til feil var at det var 11 forsøkspersoner fordelt på de 46 registreringene, hvor enkelte forsøkspersoner var overrepresentert med et høyt antall registreringer. Dette vil

antageligvis ha ført til et enda mer homogent datasett som kan ha gjort det vanskeligere å få signifikante forskjeller mellom de 46 registreringene enn hvis registreringene var jevnt fordelt utover spillergruppen.

De fysiske variablene ble målt av klubben, og klubben gjennomførte de fysiske testene på forskjellige tidspunkter. Enkelte resultater fra fysiske tester ble hentet inn flere uker før testperioden for PL og RPE, og utholdenhetsprestasjon på mølle ble hentet inn i etterkant av testperioden. Dette vil antageligvis ha påvirket resultatet da fysisk kapasitet kan endres noe i løpet av disse ukene, og da ikke være representativt for forsøkspersonene den dagen PL og RPE ble registrert. De fysiske testene burde vært gjort så tett som mulig på testperioden for at den fysiske kapasiteten skulle bli så representativ som mulig.

RPE er et subjektivt mål på indre belastning som kan påvirkes av psykologiske-, sosiale- og miljøfaktorer (Chen et al., 2002; Haddad et al., 2017). Forsøkspersonene registrerte RPE etter trening eller kamp på skjema eller i en app. Her kunne det vært organisert slik at forsøkspersonene måtte registrere RPE mens de var alene. Da kunne man kanskje begrenset den eventuelle sosiale påvirkningen på RPE-registreringen til spillerne. Dette kan også gjelde for noen av de fysiske testene. Å løpe Yo-Yo IR2-test i plenum kan tenkes å påvirke motivasjonen til forsøkspersonene. Hvis lagkompisen, som man prøver å slå, gir seg på et gitt tidspunkt kan det hende at man gir seg litt tidligere enn hvis man bare prøvde å slå seg selv. Da kunne det vært et alternativ å kjøre Yo-Yo-testen individuelt.

Som et mål på utholdenhet burde man kanskje ha målt VO_{2max} . VO_{2max} er sett på som det beste målet på aerob utholdenhet (Helgerud et al., 2001), og kunne slik sett bidratt til et mer validt mål på den fysiske kapasiteten til forsøkspersonene, som kanskje kunne gi sikrere resultater. Som mål på styrke ble det brukt de styrketestene som klubben gjorde med jevne mellomrom på spillerne sine. Det var knebøy, chins og benkpress. Her ble det valgt å vekte styrke i underkroppen (knebøy) og styrke i overkroppen (chins/benkpress) likt i kalkuleringen av total fysisk kapasitet. Det er vanskelig å si konkret hvilke styrkeøvelser som kunne vært inkludert, og om vektingen mellom over- og underkropp kunne vært annerledes, da analysen inkluderer alle spillerposisjoner i en allsidig idrett som fotball. Her kunne det likevel gjort andre valg som kanskje kunne vært mer hensiktsmessig i forhold til fotball.

Variasjonskoeffisienten til de forskjellige fysiske variablene i tabell 1 viser oss at det er stor variasjon i styrke og spesielt i chins (35.6%). I en gruppe som trener veldig likt, og trener mye fotball, kan dette kanskje tyde på at styrke i overkropp kanskje har mindre betydning for fotballspillere enn utholdenhet, hurtighet og beinstyrke hvor gruppen virker å være relativt homogen. Derfor kan det tenkes at styrke i overkropp burde vært mindre vektet i forhold til de andre fysiske variablene.

For å estimere total fysisk kapasitet ble det forsøkt å legge sammen mål på utholdenhet, styrke og hurtighet til en verdi. Det ble valgt å vekte utholdenhet, styrke og hurtighet likt. Hvilken av disse fysiske variablene som er viktigst er vanskelig å si noe om, men også her kunne man forsøkt andre fremgangsmåter som kanskje kunne vært mer representativt for hva som er de viktigste fysiske variablene i fotball. Likevel ga verken utholdenhet, styrke eller hurtighet isolert noen signifikant sammenheng med PL/RPE (tabell 3). Derfor er det tvilsomt at en annen vektning av de fysiske variablene ville gitt noen flere svar i dette studiet.

4.4 Praktiske implikasjoner

Ut ifra resultatene i denne studien kan man velge å bruke RPE som indikasjon på fysisk belastning, hvis man ikke har ressurser til å benytte andre, mer valide og reliable mål på fysisk belastning som for eksempel GPS-brikker med akselerometer eller HF. Likevel må det utvises stor forsiktighet ved bruk av RPE, og man bør være klar over svakhetene til målemetoden. Først og fremst at den synes svært upresis.

4.5 Videre forskning

Studien har en del metodiske feilkilder og burde derfor gjøres på nytt over en lengre tidsperiode, med bedre kontroll på målinger. Da kan det vurderes å bruke HF som mål på indre belastning i tillegg til RPE.

Resultatene fra den foreliggende studien sier oss ikke noe om årsaksforhold. Likevel kan en slik kartleggingsstudie brukes til å gi innsikt i hvilke variabler som er viktig for fysisk belastning i fotball, men med stor grad av forsiktighet knyttet til de mulige feilkildene. Det burde fremover også gjøres

intervensjoner som sier litt mer om årsaksforhold for å prøve å avdekke om en endring i fysisk kapasitet kan ha noe å si for forholdet mellom ytre belastning og indre opplevd belastning.

5. Konklusjon

RPE korrelerte signifikant med Catapult PlayerLoad™ og antas derfor å kunne brukes som mål på fysisk belastning i fotball, men med en stor usikkerhetsmargin. Fysisk kapasitet viste seg å ikke påvirke forholdet mellom indre opplevd belastning i form av RPE og ytre belastning i form av Catapult PlayerLoad™ i denne studien.

6. Litteratur

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med*, 33(7), 517-538. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12762827>. doi:10.2165/00007256-200333070-00004
- Akenhead, R., French, D., Thompson, K. G., & Hayes, P. R. (2014). The acceleration dependent validity and reliability of 10 Hz GPS. *J Sci Med Sport*, 17(5), 562-566. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24041579>. doi:10.1016/j.jsams.2013.08.005
- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E., & Sanders, R. H. (2017). Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 47(5), 907-916. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27752982>. doi:10.1007/s40279-016-0638-2
- Alcaraz, P. E., Carlos-Vivas, J., Oponjuru, B. O., & Martinez-Rodriguez, A. (2018). The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 48(9), 2143-2165. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29926369>. doi:10.1007/s40279-018-0947-8
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc*, 36(2), 278-285. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14767251>. doi:10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA
- Bangsbo, J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci*, 12 Spec No, S5-12. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8072065>.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*, 2(2), 111-127. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19124899>.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*, 38(1), 37-51. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18081366>. doi:10.2165/00007256-200838010-00004
- 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. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16766496>. doi:10.1080/02640410500482529
- Bergo, A., Johansen, P., Larsen, Ø., & Morisbakk, A. (2002). *Ferdighetsutvikling i fotball : handlingsvalg og handling*. Oslo: Akilles.
- Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Med*, 41(9), 741-756. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21846163>. doi:10.2165/11590560-000000000-00000
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5), 377-381. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7154893>.
- 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. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19153866>. doi:10.1080/02640410802512775
- Cardinale, M., & Varley, M. C. (2017). Wearable Training-Monitoring Technology: Applications, Challenges, and Opportunities. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(Suppl 2), S255-S262.

- Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27834559>. doi:10.1123/ijssp.2016-0423
- Chen, M. J., Fan, X., & Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci*, 20(11), 873-899. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12430990>. doi:10.1080/026404102320761787
- Comfort, P., Bullock, N., & Pearson, S. J. (2012). A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *J Strength Cond Res*, 26(4), 937-940. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22446666>. doi:10.1519/JSC.0b013e31822e5889
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. *Sports Med*, 41(1), 17-38. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21142282>. doi:10.2165/11537690-000000000-00000
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Med*, 43(10), 1025-1042. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23812857>. doi:10.1007/s40279-013-0069-2
- Deloitte. (2018). *Annual Review of Football Finance*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/sports-business-group/articles/annual-review-of-football-finance.html>:
- Di Salvo, V., Baron, R., Gonzalez-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J Sports Sci*, 28(14), 1489-1494. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21049314>. doi:10.1080/02640414.2010.521166
- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2018). Movement Economy in Soccer: Current Data and Limitations. *Sports (Basel)*, 6(4). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30360580>. doi:10.3390/sports6040124
- Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *J Sports Sci*, 23(3), 299-307. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15966348>. doi:10.1080/02640410410001730043
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*, 30(7), 625-631. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22394328>. doi:10.1080/02640414.2012.665940
- FIFA. (2007). *FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football*. Retrieved from https://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage_7024.pdf
- FIFA. (2014). 2014 FIFA World Cup Brazil Audience Report. Retrieved from <https://resources.fifa.com/image/upload/2014-fifa-world-cup-brazilm-television-audience-report-2745557.pdf?cloudid=n3z25ncdjj9qdwja1tet>
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev*, 81(4), 1725-1789. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11581501>. doi:10.1152/physrev.2001.81.4.1725
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med*, 41(8), 673-694. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21780851>. doi:10.2165/11590550-000000000-00000
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Front*

- Neurosci*, 11, 612. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29163016>. doi:10.3389/fnins.2017.00612
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med*, 44 Suppl 2, S139-147. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25200666>. doi:10.1007/s40279-014-0253-z
- Haugaasen, M., & Jordet, G. (2012). Developing football expertise: a football-specific research review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5(2), 177-201. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/1750984X.2012.677951>. doi:10.1080/1750984X.2012.677951
- Haugen, T., Tonnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(3), 432-441. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23982902>. doi:10.1123/ijsp.2013-0121
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1925-1931. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11689745>.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *Int J Sports Med*, 32(9), 677-682. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21563031>. doi:10.1055/s-0031-1275742
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci*, 23(6), 573-582. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16195006>. doi:10.1080/02640410400021252
- Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scand J Med Sci Sports*, 12(5), 288-295. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12383074>.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med*, 34(3), 165-180. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14987126>. doi:10.2165/00007256-200434030-00003
- 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), 1042-1047. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15179175>.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*, 23(6), 583-592. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16195007>. doi:10.1080/02640410400021278
- Jemni, M., Prince, M. S., & Baker, J. S. (2018). Assessing Cardiorespiratory Fitness of Soccer Players: Is Test Specificity the Issue?-A Review. *Sports Med Open*, 4(1), 28. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29923108>. doi:10.1186/s40798-018-0134-3
- Katch, V. L., McArdle, W. D., & Katch, F. I. (2011). *Essentials of exercise physiology* (4th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 38(6), 1165-1174. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16775559>. doi:10.1249/01.mss.0000222845.89262.cd
- Li, R. T., Kling, S. R., Salata, M. J., Cupp, S. A., Sheehan, J., & Voos, J. E. (2016). Wearable Performance Devices in Sports Medicine. *Sports Health*, 8(1), 74-78. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26733594>. doi:10.1177/1941738115616917

- Mackala, K., Fostiak, M., & Kowalski, K. (2015). Selected determinants of acceleration in the 100m sprint. *J Hum Kinet*, *45*, 135-148. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25964817>. doi:10.1515/hukin-2015-0014
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res*, *23*(6), 1633-1636. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19675504>. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa
- Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running. A review. *Sports Med*, *13*(6), 376-392. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1615256>. doi:10.2165/00007256-199213060-00002
- Milanovic, Z., Pantelic, S., Covic, N., Sporis, G., & Krusturup, P. (2015). Is Recreational Soccer Effective for Improving VO₂max A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, *45*(9), 1339-1353. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26210229>. doi:10.1007/s40279-015-0361-4
- Mohr, M., Krusturup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, *21*(7), 519-528. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12848386>. doi:10.1080/0264041031000071182
- Morin, J. B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(9), 1680-1688. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21364480>. doi:10.1249/MSS.0b013e318216ea37
- Mujika, I. (2017). Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports: Methods and Applications. *Int J Sports Physiol Perform*, *12*(Suppl 2), S29-S217. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27918666>. doi:10.1123/ijspp.2016-0403
- Nicolella, D. P., Torres-Ronda, L., Saylor, K. J., & Schelling, X. (2018). Validity and reliability of an accelerometer-based player tracking device. *PLoS One*, *13*(2), e0191823. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29420555>. doi:10.1371/journal.pone.0191823
- Nielsen, J. J., Mohr, M., Klarskov, C., Kristensen, M., Krusturup, P., Juel, C., & Bangsbo, J. (2004). Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. *J Physiol*, *554*(Pt 3), 857-870. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14634198>. doi:10.1113/jphysiol.2003.050658
- Portas, M. D., Harley, J. A., Barnes, C. A., & Rush, C. J. (2010). The validity and reliability of 1-Hz and 5-Hz global positioning systems for linear, multidirectional, and soccer-specific activities. *Int J Sports Physiol Perform*, *5*(4), 448-458. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21266730>.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*, *18*(9), 669-683. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11043893>. doi:10.1080/02640410050120050
- Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scand J Med Sci Sports*, *24*(4), 603-612. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23914932>. doi:10.1111/sms.12104
- Rumpf, M. C., Lockie, R. G., Cronin, J. B., & Jalilvand, F. (2016). Effect of Different Sprint Training Methods on Sprint Performance Over Various Distances: A Brief Review. *J Strength Cond Res*, *30*(6), 1767-1785. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26492101>. doi:10.1519/JSC.0000000000001245
- Scott, M. T., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The Validity and Reliability of Global Positioning Systems in Team Sport: A Brief Review. *J Strength Cond Res*, *30*(5), 1470-1490. Retrieved

- from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26439776>.
doi:10.1519/JSC.0000000000001221
- Sedano, S., Matheu, A., Redondo, J. C., & Cuadrado, G. (2011). Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 51(1), 50-58. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21297563>.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., Saez de Villarreal, E., & Haff, G. G. (2014). Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med*, 44(12), 1693-1702. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25059334>. doi:10.1007/s40279-014-0227-1
- Shephard, R. J. (1999). Biology and medicine of soccer: an update. *J Sports Sci*, 17(10), 757-786. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10573331>.
doi:10.1080/026404199365498
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Med Open*, 1(1), 17. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26284158>. doi:10.1186/s40798-015-0006-z
- Smith, J. C., & Hill, D. W. (1991). Contribution of energy systems during a Wingate power test. *Br J Sports Med*, 25(4), 196-199. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1839780>.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35(6), 501-536. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15974635>.
doi:10.2165/00007256-200535060-00004
- Støren, O., Helgerud, J., Stoa, E. M., & Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, 40(6), 1087-1092. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18460997>. doi:10.1249/MSS.0b013e318168da2f
- Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of Strength Training on Squat and Sprint Performance in Soccer Players. *J Strength Cond Res*, 30(6), 1534-1539. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26473518>.
doi:10.1519/JSC.0000000000001243
- Støren, Ø. (2009). *Running and cycling economy in athletes; determining factors, training interventions and testing*. (Doctoral thesis), Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Sunde, A., Støren, O., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J., & Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J Strength Cond Res*, 24(8), 2157-2165. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19855311>.
doi:10.1519/JSC.0b013e3181aeb16a
- Varley, M. C., & Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int J Sports Med*, 34(1), 34-39. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22895869>.
doi:10.1055/s-0032-1316315
- Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *J Sports Sci*, 30(2), 121-127. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22122431>.
doi:10.1080/02640414.2011.627941
- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *Int J Sports Med*, 31(5), 304-310. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20301042>. doi:10.1055/s-0030-1248320
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J*

Sports Med, 38(3), 285-288. Retrieved from
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15155427>.

Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 1(2), 74-83. Retrieved from
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19114741>.

Godkjenning til bruk av spill- og testresultater i en masterstudie

Det gjennomføres et masterprosjekt ved Høgskolen i Sørøst-Norge som har til hensikt å se på sammenhenger mellom fotballspillers fysiske belastning, fysiske kapasitet og deres opplevde fysiske belastning. Målet med prosjektet er å finne svar som sier noe om betydningen av fysisk kapasitet i fotballspillet. Hvilken betydning kan fysisk kapasitet ha på hvor mye fotballspillere beveger seg, og vil høyere fysisk kapasitet redusere eller øke en spillers opplevde belastning. Kontaktperson Kjetil Nesje (masterstudent), tlf. 97757113, epost: kjetilnesje@hotmail.com.

Vi ønsker derfor å benytte oss av tall fra GPS-målinger, fysiske tester og tall på selvrapportert belastning på spiller gjort i regi av Odd BK. Alle resultater vil være aidentifiserte. Dvs. at ingen navn på deltakere eller klubb vil bli tilkjenngjort i oppgaven.

Vi godkjenner med dette at resultater fra fysiske tester og GPS-målinger kan benyttes aidentifisert i denne oppgaven.

.....

Signatur spiller

.....

Signatur klubb

