

MASTEROPPGAVE

Emnekode: KRO5003

Navn/Kandidatnummer: Kristian Helgaas Jakobsen/907

Effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet hos voksne mannlige og kvinnelige fotballspillere

The effect of fatigue on ball velocity in adult male and female soccer players

Dato: 18.05.2022

Totalt antall sider: 34

Sammendrag

Introduksjon

Fysisk tretthet påvirker tekniske ferdigheter hos fotballspillere negativt. En viktig ferdighet for fotballspillere er skuddferdigheten, da de fleste av målene i fotball skåres ved et skudd. Det er likevel få studier som har sett på effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet hos voksne fotballspillere. Det er også få studier som inkluderer kvinnelige fotballspillere og deres skuddferdighet. Derfor ble det i denne studien sett på effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet hos voksne fotballspillere. Det ble også sett om det var noen kjønnsforskjeller i effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet.

Metode

I denne studien ble det testet totalt 26 fotballspillere: 15 mannlige amatørspillere (26 ± 8 år) fra to forskjellige lag og 11 kvinnelige amatørspillere (18-19 år) fra et lag. Herrespillerne konkurrerer på 5. og 6. nivå i divisjonssystemet, mens damespillerne konkurrerer på 4. nivå i divisjonssystemet. Disse spillerne gjennomførte skuddtester før og etter en utmattelsesprotokoll bestående av «doggis». Det ble målt hastighet på skuddene, laktatkonsentrasjon i blodet og «rate of perceived exertion» (RPE, Borgs Skala 6-20) før og etter utmattelsesprotokollen.

Resultat

For hele utvalget var det en signifikant nedgang i skuddhastighet etter utmattelsesprotokollen sammenlignet med før ($P < 0,001$).

Det var ikke en signifikant forskjell mellom kjønnene i økningen av laktatkonsentrasjon i blodet i løpet av utmattelsesprotokollen ($P = 0,68$). Dette er et premiss for å kunne sammenligne skuddhastigheten på tvers av kjønn.

Det var en signifikant nedgang i skuddhastighet for både herrespillerne ($P < 0,001$) og damespillerne ($P < 0,001$). Det var ikke en signifikant forskjell ($P = 0,223$) i den absolutte nedgangen i skuddhastighet mellom kjønnene.

Praktiske implikasjoner

Ut ifra resultatene i denne studien er det rimelig å anta at fotballspilleres skuddhastighet går ned i de mest intense periodene av kampen, sammenlignet med roligere perioder i kampsituasjon. I praksis så kan trenere bruke denne informasjonen til å bestemme når bytter

burde gjøres i kamp for å sikre at spillerne som er på banen klarer å gjennomføre en god prestasjon igjennom hele kampen. Det kan også være aktuelt å legge opp taktikken til laget slik at spillere som er tenkt å skyte mye (gjerne angrepsspillere) har muligheten til å arbeide på lav intensitet før et skudd gjennomføres. Ellers kan det også brukes til å avgjøre hvilken spiller som er best egnet til å ta frispark og/eller straffespark.

Abstract

Introduction

Fatigue negatively affects the technical skills of soccer players. An important skill for soccer players is the shooting skill, as most of the goals are scored by a soccer shot. However, few studies have looked at the effect of fatigue on ball velocity in a soccer shot in adult soccer players. There are also few studies that include female soccer players, and their ball velocity in a soccer shot. Therefore, this study looked at the effect of fatigue on ball velocity in adult soccer players. It was also looked at if there were gender differences in the effect of fatigue upon ball velocity.

Methods

In this study, a total of 26 soccer players were tested: 15 male amateur players (26 ± 8 years) from two different teams and 11 female amateur players (18-19 years) from one team. The male players compete at the 5th and 6th level in the division system, while the female players compete at the 4th level in the division system. These players performed shooting tests before and after a fatigue protocol consisting of «doggis». The velocity of the ball, blood lactate concentration and «rate of perceived exertion» (RPE, Borgs Scale 6-20) were measured before and after the fatigue protocol.

Results

For the whole sample, there was a significant decrease in ball velocity after the fatigue protocol ($P < 0,001$). There was no significant difference between the genders in the increase in lactate concentration in the blood caused by the fatigue protocol ($P = 0,68$). This is a premise for being able to compare the ball velocity between genders. There was a significant decrease in ball velocity for both the male ($P < 0,001$) and the female players ($P < 0,001$). There was not a significant difference ($P = 0,0223$) in the absolute decrease in ball velocity between the genders.

Practical implications

Based on the results in this study, it is reasonable to assume that soccer players' ball velocity decreases in the most intense periods of a soccer game, compared to the calmer periods in a soccer game. Soccer coaches can use this information to determine when a substitute should be made in a game to ensure that the players on the field are able to perform well throughout the

match. It may also be relevant to set up the tactics for the team so that players who intend to shoot a lot (preferably attacking players) can work at a low intensity before a shot is fired. The results in this study may also be used to determine which player is best suited to take a free kick and/or a penalty kick.

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse.....	v
1.0 Introduksjon	1
1.1 Fotball	1
1.2 Fysisk tretthet.....	2
1.3 Skuddferdighet.....	4
1.4 Effekt av fysisk tretthet på skuddhastighet	4
1.5 Kvinnelige fotballspillere.....	6
2.0 Metode	8
2.1 Forsøkspersoner	8
2.2 Kvantitativ metode.....	8
2.3 Eksperimentelt design.....	8
2.4 Prosedyre:	9
2.5 Testbatteri	10
2.5.1 Skuddtest.....	11
2.5.2 Laktat og «rate of perceived exertion»	11
2.6 Testutstyr.....	12
2.7 Statistiske analyser.....	12
3.0 Resultat	13
4.0 Diskusjon	16
4.1 Kjønnforskjeller.....	16
4.2 Metodens styrker og svakheter	17
4.3 Begrensninger i studiet	20
5.0 Praktiske implikasjoner.....	21
6.0 Veien videre	21
Litteraturliste.....	22
Vedlegg.....	25

1.0 Introduksjon

1.1 Fotball

Fotball er den største idretten i verden. Den underholder og engasjerer mennesker over hele verden. Dette kan ha med fotballens egenart å gjøre, men også det at media har viet stor oppmerksomhet til det har gjort at det har blitt så interessant for mange mennesker verden over. Det er blitt estimert at det er 250 millioner aktive fotballspillere i over 200 land i den organiserte fotballidretten i verden, men det er mange flere som spiller i tillegg til disse. Grunnen til at mange trives med det kan være at det er en idrett som ikke stiller noen krav til hvordan man skal se ut fysisk. Sporten er også rimelig å bedrive. Det trengs lite utstyr, og utstyret kan også være rimelig. Det kan være mange spillere på banen samtidig, og det kan være mange om en ball. Også det identitetsskapende og det sosiale kan være viktige faktorer for fotballs popularitet (Goksøyr, 2014).

Selve fotballspillet er enkelt: det handler om to lag, en ball og to mål. Grunnprinsippet er å skåre flere mål enn motstanderen. I fotball bruker man hovedsakelig føttene, men man kan også bruke hodet noen ganger, og en sjelden gang resten av kroppen. Det er dog ikke lov å bruke armene og hendene. På senior- og juniornivå spilles kampene på en spilleflate som måler 100-110 x 64-75m, der det er 11 spillere på hvert lag og en spilletid på 2 x 45 minutter med en pause på cirka 15 minutter imellom omgangene. Selve spilleflaten er laget av gress eller kunstgress, og det foregår hovedsakelig utendørs. Størrelse på bane, størrelse på mål, størrelse på ball, antall spillere og spilletid er rammebetingelser som justeres i lavere alderstrinn. (Goksøyr, 2014).

Fotballens kompleksitet gjør at det er mange forskjellige egenskaper og ferdigheter som kan anvendes, og det muliggjør at mange kan bidra med sine styrker på sin måte. Det kan være psykiske, fysiske, taktiske, tekniske og sosiale egenskaper og ferdigheter. De fysiske egenskapene kan kategoriseres mer spesifikt; utholdenhet, hurtighet, styrke, koordinasjon, bevegelighet og spenst. Innen fotball vil de fysiske kravene til hver enkelt spiller avhenge av deres fysiske kapasitet og taktiske rolle og posisjon i laget, noe som betyr at det vil være store individuelle forskjeller på disse kravene. Under tekniske ferdigheter har vi skudd, pasninger, driblinger, headinger mm. (Gjerset, Nilsson, Helge & Enoksen, 2015). Det kan også variere hvilke tekniske ferdigheter som er viktigst for spillere i forskjellige posisjoner på banen, men alle spillere vil ha bruk for tekniske ferdigheter generelt for å gjennomføre en god prestasjon

(Mohr, Krustруп, & Bangsbo, 2003; Bangsbo, Mohr & Krustруп, 2006; Bloomfield, Polman & O'Donoghue, 2007).

Knapp (1977) definerer fotball som et «frittflytende» spill som krever utførelse av mange forskjellige ferdigheter i en dynamisk kontekst. I løpet av en kamp skal en fotballspiller løpe mye, men arbeidsmønsteret tilsier at det er mye «start-stopp», altså korte, høy-intensive akselerasjoner, retningsforandringer i løpet av en kamp (Mohr, Krustруп & Bangsbo, 2005). Igjennom en 90-minutters fotballkamp så dekker voksne fotballspillere en distanse på ca. 10-12 km (Di Salvo, Baron, Tschan, Montero, Bachl & Pigozzi, 2007). Voksne elite-spillere løper ca. 10 km på en gjennomsnittintensitet nær den anaerobe terskelen (80-90% av makspuls) i løpet av en 90-minutters fotballkamp. Dette oppstår som nevnt ved arbeidsmønsteret i tillegg til hopping, sparking, taklinger og å opprettholde balanse og holde kontroll på ballen ved press fra motstanderlagets spillere (Stølen, Chamari, Castagna & Wisløff, 2005). Dette krever at spillerne har god utholdenhet for å klare å utføre en god prestasjon igjennom hele kampen. Det at en spiller blir sliten utover i kampen kan påvirke utførelsen av tekniske ferdigheter, som skudd og pasninger for eksempel (Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts & Wisløff, 2009). Stølen et al. (2005) viser til at de beste lagene i fotball fortsetter å øke sin generelle fysiske kapasitet, mens de svakere lagene fortsatt har lik generell fysisk kapasitet som tidligere. Dette bidrar til at spillerne på de beste lagene også har bedre forutsetninger enn spillerne på de svakere lagene for å opprettholde en god prestasjon igjennom en hel kamp.

1.2 Fysisk tretthet

Fysisk tretthet blir definert som en reduksjon i muskelens evne til å utvikle kraft og er assosiert med kontinuerlig trening og fører til en redusert prestasjonsevne (Rahnama et al., 2003). I fotball vil dette i praksis bety at spillerne vil være i stand til å utføre et arbeid på lavere intensitet, men vil ha en redusert evne til å prestere maksimalt. Dette betyr at spillerne kan påvirkes av fysisk tretthet i løpet av kampsituasjon, noe som igjen kan føre til en dårligere prestasjon. Den reduserte muskelkraften som oppstår ved utmattelse skyldes sannsynligvis en reduksjon i antall fibre som kan rekrutteres for å generere kraft. Dette skyldes at fibre som allerede er rekruttert begynner å svikte (Bangsbo, 1994). Det er vanskelig å fastslå den fysiske trettheten underveis i periodisk trening som det vil være i en fotballkamp grunnet at intensiteten på arbeidet vil variere kontinuerlig i løpet av fotballkamp på grunn av arbeidsmønsteret fotballspillere har (Taylor, Bulter & Gandevia, 2000; Mohr et al., 2005; Stølen et al., 2005).

Når man blir stiv i muskulaturen så sier man gjerne at man har «fått melkesyre» i kroppen. For å gi et mål på melkesyre så måler man laktatkonsentrasjon i blodet. Denne melkesyren som produseres i muskelfibrene opptrer i blodet som hydrogenion og laktat, og det er derfor vi bruker ordet laktat om dette (Gjerset et al. 2015). *«Årsaken til økt laktatkonsentrasjon ved økt ytre arbeid er økt energiomsetning i det aerobe energisystemet, økt energiomsetning i det anaerobe energisystemet, rekruttering av type II-muskelfibrer som kan arbeide uten O₂, og økt aktivitet i det sympatiske nervesystemet (adrenalin), som fører til økt omsetning av glykogen og glukose (og mindre fettomsetning). Dette fører igjen til pyruvat og laktat og minsket eliminasjon av laktat i ikke-aktive muskler, lever og nyrer på grunn av økt blodstrøm til den aktive muskulaturen»* (Gjerset et al., 2015).

Godt trente utøvere vil ha lavere laktatkonsentrasjon i blodet enn utrente utøvere ved samme absolutte belastning. Det vil dog være liten forskjell i produksjonen av melkesyre mellom godt trente og utrente utøvere på samme absolutte arbeidsintensitet. Måling av laktatkonsentrasjon i blodet vil være hensiktsmessig for å si noe om hvor sliten en fotballspiller er. Dette fordi den gir tall som representerer både aerobe og anaerobe energiprosesser, som er aktuelt også i kampsituasjon. Flere studier viser til at gjennomsnittlige laktatverdier vil være på 3-9 mmol/L for mannlige fotballspillere i kampspill (Bangsbo, 1994; Roi, Sisca, Perondi, Diamante, Nanni, 2004; Aslan, Acikada, Güvenç, Gören, Hazir, & Özkara, 2012). Krstrup et al. (2022) påpeker at laktatverdier kan nå opp til rundt 10 mmol/l hos kvinnelige elitespillere i kampsituasjon. Bangsbo (1994) viser også til at laktatverdiene ofte overstiger 10 mmol/l hos enkelte mannlige elite-spillere i de mest intense periodene av en fotballkamp.

Aslan et al. (2012) har i sin studie sett på den metabolske responsen, bevegelsesmønster og løpehastigheter som korresponderer med ordnede laktatnivå i blodet hos unge mannlige fotballspillere under kampsituasjon. De så også på korrelasjonen mellom laktatnivåene, maksimalt oksygenopptak og totaldistanse dekket i løpet av en kamp. Det ble hentet fysiologiske mål og verdier for «rate of perceived exertion» (RPE) fra 36 unge spillere. Kampene ble spilt på en vanlig fotballbane (68 – 105m) med 11 spillere på hvert lag og omganger på 45 minutter. Disse ble gjennomført i tråd med UEFAs regler, med unntak av en 3 minutters pause mellom 15 minutters kampperioder. Dette for å gjennomføre laktattester og for å få verdier for «rate of perceived exertion» (RPE). De gjennomsnittlige laktatmålingene i førsteomgang var høyere enn i andreomgang. Verdiene for RPE økte jevnt igjennom hele økten.

Ut ifra denne informasjonen kan man si at objektive tall som laktatkonsentrasjon i blodet og subjektive mål som RPE ikke alltid samsvarer.

1.3 Skuddferdighet

Skuddferdighet er en viktig egenskap i fotball, og ikke minst for å skåre mål. (Ali, 2011). I så måte så kan man si at den viktigste aksjonen i fotball er skudd. Skuddferdigheten vil være viktig nettopp fordi at mange mål skåres ved å sparke ballen i mål (Ferraz, Tillaar & Marques, 2012).

Det er tidligere blitt gjort en del forskning på skuddtester innen fotball. Felles for mange av disse er at de bruker poengsystem som mål på skuddferdighet, der det gis poeng ut ifra hvor ballen skytes i målet (Rösch, Hodgson, Peterson, Graf-Baumann, Junge, Chomiak & Dvorak, 2000; Haaland & Hoff, 2003). Disse testene gjennomføres gjerne fra en statisk posisjon, der fysisk tretthet ikke er en variabel (Lees & Davies, 1988). De blir ofte også gjennomført fra avstander på mindre enn 10 meter, og dermed heller kanskje gjenspeiler pasningsferdighet og ikke skuddferdighet. Slike skuddtester måler muligens heller skuddteknikk, da de ikke har noen parameter for hvor hardt det skytes. Det kan også argumenteres for at det ikke er komplisert, fordi spillere i kampsituasjon vil være slitne. Det har også blitt gjennomført en studie som ser på om hvordan trening tilsvarende en omgang med kamp påvirker generelle tekniske ferdigheter, der det vises til at egenskaper som skuddpresisjon og dribling blir preget negativt av slik trening (Stone & Oliver, 2009).

1.4 Effekt av fysisk tretthet på skuddhastighet

Kellis, Katis & Vrabas (2006) så i sin studie på effekten av fysisk tretthet på biomekanikken i et fotballskudd. Fysisk tretthet ble påført ved en 90 minutters utmattelsesprotokoll, som tilsvarer en fotballkamp. Utvalget var 10 mannlige amatørspillere (22.7 ± 2 år). De gjennomførte maksimale vristskudd før, i midten av og etter denne utmattelsesprotokollen. De fant en signifikant nedgang i ballhastighet etter utmattelsesprotokollen sammenlignet med før. Dette viser at en utholdenhetsprotokoll med tilsvarende intensitet og tidsbruk som kamp resulterer i en signifikant nedgang i skuddhastighet. Dette kan skyldes endringer i det nevro-muskulære systemets funksjon og kapasitet til å skape kraft (Kellis et al., 2006)

I Russell, Benton & Kingsley (2011) sin studie så de på effekten av tretthet utløst av trening oppimot fotballferdigheter igjennom simulert kampsituasjon, som inkluderte pasning, dribling og skuddferdighet. Utvalget besto av 15 mannlige ungdomsspillere som konkurrerer i en engelsk kompetitiv liga med en alder på 18.1 ± 0.9 år. Det ble målt presisjon, suksessrate og ballhastighet ved hjelp av videoanalyse for alle ferdigheter. Skuddene i skuddtesten ble skutt på et 11er mål på 7.33×2.44 meter. I målet var det plassert fire soner som spillerne skulle sikte på ved skuddene: 2 høyt oppi i hjørnet og 2 nede i hjørnene. Dette fordi dette er sett på som gunstige steder å plassere ballen ved skudd, da de gir mest sjanse for å skåre mål. Spillerne fikk velge selv hvilken fot de ville skyte med, men de måtte skyte på en berøring da dette forbedrer økologisk validitet. Det ble også tatt laktattester fra fingertupp ved hvile (før trening), 10 minutter inn i pausen, og hvert 15. minutt under aktivitet (etter 15, 20 og 45 minutt i førsteomgang og etter 60, 75 og 90 minutter i andreomgang). Hovedfunnene i denne studien var at trening påvirket skuddpresisjon og pasningshastighet negativt. Topp hastigheten på skuddene og pasningene var også tregere i andreomgang sammenlignet med førsteomgang. Gjennomsnittlig skuddhastighet var ikke påvirket av utmattelse, da disse var nokså like underveis i treningen. Laktatkonsentrasjonen i blodet var høyere under hele treningen enn før trening. Gjennomsnittsverdiene lå på rundt $2,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ før aktivitet, mens den høyeste gjennomsnittlige laktatkonsentrasjonen var etter 15 minutter med ca. $11.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ og gjennomsnittlig laktatkonsentrasjon etter 90 minutter lå på rundt $7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. De gjennomsnittlige RPE-verdiene lå på ca. 6, 13 og 17 på Borgs RPE-skala (6-20) ved de tilsvarende målingene. De konkluderer med at fotball-spesifikk trening påvirker kvaliteten på ferdigheter som pasninger og skudd, og derfor vil det være hensiktsmessig å ha treningsperioder med fokus på å ivareta tekniske ferdigheter igjennom en hel kamp (Russell, Benton & Kingsley, 2011).

En artikkel som ser på effekten av utmattelse oppimot skuddhastighet hos fotballspillere er skrevet av Ferraz, Tillaar & Marques (2012). Utmattelse ble påført ved bruken av en fotballspesifikk løype. Utvalget var ti amatørspillere (27.3 ± 5.25 år). Disse deltok frivillig på et forsøk der det ble gjennomført maksimale vristskudd før og etter implementeringen av en repetert, intensiv og fotballspesifikk utmattelsesprotokoll. Denne protokollen besto av hopp, skipping, retningsendringer, driblinger med ball, pasninger og jogging. Skuddtesten besto av 3 skudd fra 7 meter unna et mål. Instruksjonen var å skyte så hardt de kunne mot en «blink» på 1×1 meter midt i målet. Denne ble først gjennomført etter en generell oppvarming på 15 minutter, og deretter fortsatte de med utmattelsesprotokollen. Denne løypen ble gjennomført i

90 sekunder før de gjennomførte 3 nye skudd, fulgt av 90 sekunder hvile, før nye 90 sekunder med løypen. Denne løypen ble gjennomført 5 ganger. Her ble den høyeste ballhastigheten av alle 3 skuddene under hver skuddtest tatt med videre i analyser, sammen med gjennomsnittlig ballhastighet og standardavvik for å se på hvordan ballhastigheten utviklet seg. De brukte også pulsklokker, RPE og laktat for å se på intensitet og hvor sliten spillerne var. RPE-verdiene ble brukt etter oppvarming og rett etter og rett før hver runde med løypen. Laktat ble målt rett etter hver skuddtest. RPE-verdiene rett etter hver runde lå på ca. 13-17 i løpet av hele protokollen. Laktatverdiene endret seg signifikant i løpet av protokollen. Den laveste gjennomsnittsverdien var etter oppvarmingen (4.9 mmol/l) og den høyeste var etter den fjerde runde med løypen (ca. 12 mmol/l). Hovedfunnene var at skuddhastigheten gikk signifikant ned etter bare en runde med utmattelsesløypen. Skuddhastigheten gikk derimot opp igjen etter henholdsvis den tredje (sammenlignet med etter andre) og femte (sammenlignet med fjerde) gjennomførelsen av løypen, og var heller ikke signifikant forskjellig fra før implementeringen av protokollen. Derfor konkluderer de med at resultatene delvis bekreftet hypotesen om at utmattelse påvirker skuddhastighet hos fotballspillere negativt (Ferraz, Tillaar & Marques, 2012).

1.5 Kvinnelige fotballspillere

Alcock et al. (2012) så på forskjellen mellom vristskudd og simulert frispark (skruspark), der utvalget besto av 15 kvinnelige elitespillere. De påpeker at det har blitt forsket mye på maksimalt vristskudd, og at det kan være nyttig å også se på skruspark. Dette fordi denne typen spark også er relevant i kamp, da spillerne i kamp prøver å sparke ballen enten en presis plass i motstanderens mål eller til medspillere. Denne typen spark vil være aktuelt også ved et frispark for eksempel, der man vil skru ballen over eller rundt en mur og inn i mål. De gjennomførte 15 vristskudd og 15 skruspark på en stasjonær ball etter en standardisert oppvarming. Der fant de ut at ballhastigheten til ballen i et vristskudd er signifikant raskere enn ved et skruspark (vristskudd $22.62 \pm 1.71 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ vs. skruspark: $21.51 \pm 1.33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Barfield et al. (2002) så på forskjellen i kinematikken ved et vristspark hos kvinnelige og mannlige fotballspillere ved både den dominante foten og den ikke-dominante foten, altså den «gode» og den «dårlige» foten. De testet 2 mannlige elitespillere og 6 kvinnelige elitespillere. Skuddtesten de brukte gikk ut på at spillerne skulle skyte ballen så hardt de kunne rett fram, uten å tenke på presisjon. De målte mange kinematiske variabler og topphastighet på ball, der topphastighet på ball var den avhengige variabelen. Maksimal ballhastighet ved skudd utført

med den dominante foten var $25.3 \pm 1.51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ for de mannlige spillerne og $21.5 \pm 2.44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ for de kvinnelige spillerne. Barfield et al. (2002) fant ut i sin artikkel at de mannlige spillerne generelt skyter ballen hardere enn kvinner og oppnådde høyere resultat på de kinematiske variablene. Det var dog en kvinnelig spiller som skjøt hardere enn de to mannlige spillerne og viste lignende eller høyere resultater innen de kinematiske variablene.

Katis et al. (2014) fant ut i sin artikkel at både mannlige og kvinnelige spillere klarer å gjenopprette fotballspark-parametre omtrent etter 1 minutt etter utmattelsesprotokollen de brukte, noe som betyr at man bør teste skudd umiddelbart etter utmattelsesprotokoller for å se effekten av utmattelse på skuddferdighet.

Temaet maksimal skuddhastighet og hvordan dette preges av fysisk tretthet hos voksne fotballspillere er det gjennomført få studier på og er noe jeg har lyst til å se mer på. Det er også gjennomført få studier gjort på kvinnelige fotballspillere til tross for stadig økende interesse og søkelys på kvinnefotballen i dagens fotball. Det er kun sett på de kinematiske variablene i selve skuddet, ulike måter å skyte på og restitusjonstid etter utmattelsesprotokoll for kvinnelige fotballspillere. På grunn av manglende forskning på skuddhastighet og hvordan dette preges av fysisk tretthet hos voksne fotballspillere er dette ønskelig å se mer på. Hypotesen er at skuddhastigheten hos voksne fotballspillere vil bli påvirket negativt av fysisk tretthet. Basert på presentert teori og tidligere forskning så har det foreliggende studiet følgende problemstillinger:

1. I hvor stor grad påvirkes maksimal skuddkraft av fysisk tretthet hos voksne fotballspillere?
2. Er det kjønnsforskjeller i effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet?

2.0 Metode

2.1 Forsøkspersoner

I denne studien ble det testet totalt 26 fotballspillere: 15 mannlige amatørspillere (26 ± 8 år) fra to forskjellige lag og 11 kvinnelige amatørspillere (18-19 år) fra et lag. Herrelagene konkurrerer på 5. nivå og 6. nivå i divisjonssystemet, mens damelaget konkurrerer på 4. nivå, der alle lagene tilhører Trøndelag fotballkrets. Alle deltagerne ble informert om hva testen besto av og mulig risiko ved å delta. Alle de som deltok i testen ga skriftlig samtykke på å være med, og da alle var over 18 år så kunne de gi samtykke selv. Disse spillerne ble benyttet på bakgrunn av alder, hvilket nivå de spiller på, at de var frie for skader/sykdom og var villige og lystne på å gjennomføre et slikt forsøk. Etter å ha fått godkjenning av NSD – Norsk senter for forskningsdata AS ble det gjennomført testing.

2.2 Kvantitativ metode

I forsøket som ble gjort er det innsamlet kvantitative data fra spillerne i form av laktattester (målt i mmol/L), rate of perceived exertion (Borgs RPE-skala 6-20) (Borg, 1990), og maksimal skuddkraft-tester, der maksimal hastighet på ballen ble målt (målt i km/t). Dette er dypt forankret innenfor objektivismen. Crotty (1998) sier at objektivismen er det epistemologiske synet på at ting er til som meningsfulle enheter uavhengig av bevissthet eller erfaringer. Man finner altså sannhet og mening i naturvitenskapelige forsøk, som gjerne gjennomføres slik jeg har gjort det i min studie. Herunder er det tall i form av kvantitative data der selve tallene er som de er. Det som kjennetegner kvantitativ metode er at det opereres med tall, mens kvalitativ metode opererer med tekst. I en kvalitativ metode som en intervjustudie f.eks. tolker man svarene man får, og må være kreativ i den forstand. I analysen av kvantitative data er det også rom for kreativitet i det at disse dataene må tolkes (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016).

2.3 Eksperimentelt design

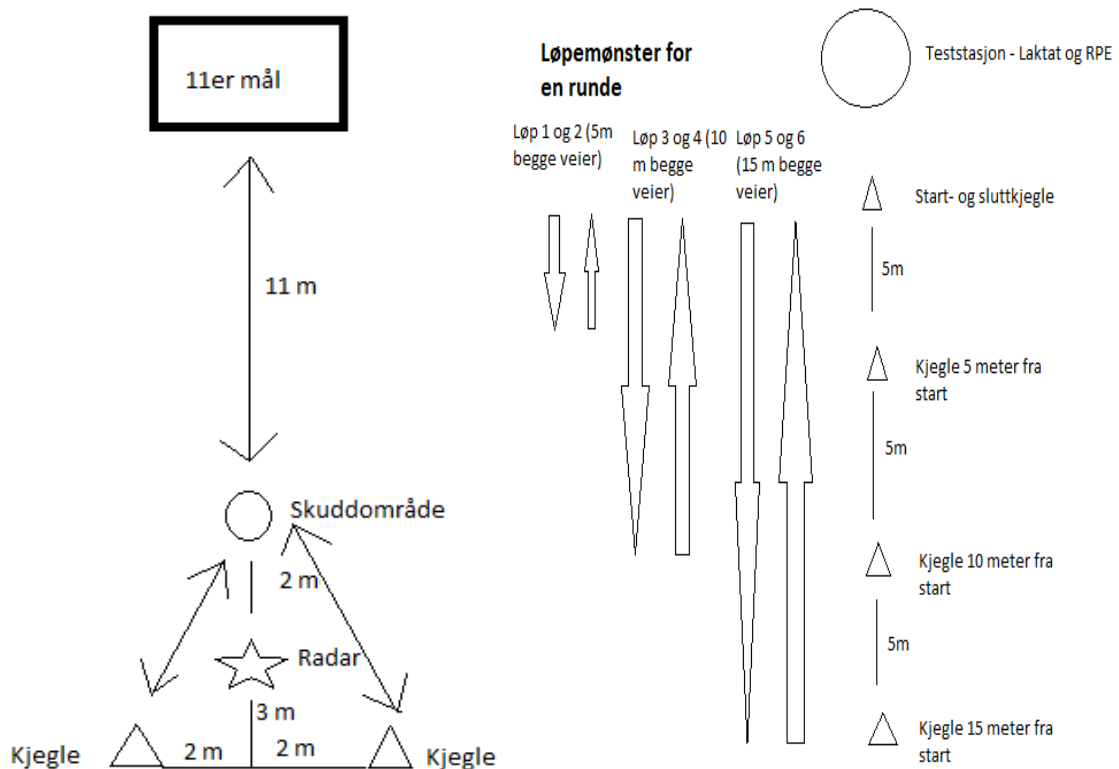
Testbatteriet består av skuddtester og en utmattelsesprotokoll for å finne ut hvor mye skuddhastighet hos både mannlige og kvinnelige fotballspillere preges av fysisk tretthet. Det ble testet to herrelag og et damelag. Herrelagene kan sies å ha tilnærmet samme ferdighetsnivå, da de konkurrerer på 5. og 6. nivå i divisjonssystemet. Det ble gjennomført skuddtester der maksimal hastighet på ballen ble målt før og etter en utmattelsesprotokoll.

Utmattelsesprotokollen består av «doggis» (se figur 1). Laktattester og Borgs RPE-skala (6-20) ble benyttet for å se hvor sliten spillerne var og følte seg både før og etter utmattelsesprotokollen. Data ble analysert på gruppenivå. Det ble sett på gjennomsnittlige verdier innad i gruppene. Dette er hensiktsmessig for å finne data, som muligens kan brukes til å generalisere resultatene for de aktuelle gruppene.

2.4 Prosedyre:

Testene ble gjennomført under en trening hos tre forskjellige lag. Det ble gjort slik av praktiske årsaker som tidsbruk hovedsakelig, og gjorde at det var lettere å få innpass hos de respektive lagene. Det gjorde det altså lettere å få gjennomført et forsøk. For at testresultatene skal være så gode som mulig så var det viktig at spillerne var kjent med hva testingen besto av, hva som var kriteriene for å være med og hva de skulle igjennom i løpet av testprotokollen. Før treningen der testingen ble gjort ble spillerne i hvert lag samlet for en samtale i plenum om hvordan testingen skulle gjennomføres og hvordan dette kunne gjennomføres i praktisk betydning samtidig som treningen. Det ble forklart bakgrunn og årsak for testingen, hva testingen besto av og hvordan det ble gjennomført. Mer spesifikt ble det forklart at testbatteriet består av 2 skuddtester med 5 skudd med maksimal kraft per test, 2 laktattester og hvordan disse ble gjennomført, og hva Borgs RPE-skala var for noe. At de skulle peke på et ark der denne skalaen var vist frem før og etter utmattelsesprotokollen ble forklart. Det ble også forklart hva utmattelsesprotokollen gikk ut på. At dette var i form av «doggis», der det ble beskrevet og vist fram hvor mye det skulle løpes, hvordan arbeidsmønsteret på løpingen skulle foregå og hvilken intensitet og innsats som var ønskelig i denne delen av testbatteriet. Under testen fungerte jeg som testleder. Jeg gikk igjennom hvordan testen fungerte nøye med hver og en spiller før testen ble gjennomført, slik at det ikke ble noen misforståelser. Jeg fulgte også opp under gjennomføringen for å sikre at hele testbatteriet ble gjennomført riktig. Under skuddtesten hadde jeg ansvar for å notere ned topphastigheten på skuddene, og underveis ved «doggisene» fungerte jeg som motivator for å opprettholde intensitet slik at spillerne ble ordentlig slitne. Dette fordi tidligere forskning viser til at aktiv coaching bidrar til økt innsats (Katis & Kellis, 2009; Hoff, Wisløff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002). Jeg noterte også ned verdiene for «rate of perceived exertion» (RPE) til spillerne før og etter utmattelse. Jeg hadde med meg en assistent i form av en autorisert sykepleier til å ta laktattestene. Ved å ha med en autorisert sykepleier så ble det muligens mer betryggende for spillerne å delta i forsøket, og det sikrer også at prøvene ble tatt på riktig måte.

2.5 Testbatteri



Figur 1 - Illustrasjon av testbatteri bestående av skuddtest og utmattelsesprotokoll (doggis).

Selve testbatteriet besto av 2 skuddtester, 2 laktattester, 2 RPE-målinger og en utmattelsesprotokoll i form av «doggis». Testen ble satt opp i denne rekkefølgen:

1. Spilleren kommer og oppgir RPE-verdi og tar laktattest (ved teststasjon) før utmattelsesprotokoll.
2. Skuddtest bestående av 5 fortløpende skudd så hardt man kan inn i målet, med valgfri teknikk med sin beste fot.
3. «Doggis». En runde består av at man starter ved en kegle, løper fram til en kegle 5 meter unna og tilbake til startkegle, så til en ny kegle 10 meter unna og tilbake til startkegle, og så til en kegle 15 meter unna og tilbake til startkegle. Denne runden gjennomføres 5 ganger ved så høy intensitet som mulig. Dette tilsvarer 300 meter til sammen.
4. Umiddelbart etter «doggis» blir de nok en gang bedt om å peke på hvor de ligger på RPE-skalaen etterfulgt av en ny laktattest.
5. Ny skuddtest umiddelbart etter at laktattest er tatt. Det skal skytes 5 fortløpende skudd så hardt man kan inn i målet, med valgfri teknikk med sin beste fot.

2.5.1 Skuddtest

Skuddtesten besto av 5 forløpende skudd etter hverandre. Spillerne ble bedt om å skyte så hardt de kunne, med valgfri teknikk, med sin beste fot. Skuddene ble tatt fra straffemerket, 11 meter ifra et standard 11er fotballmål (7,32 x 2,44m). Skuddene skulle skytes i 11er-målet. Imellom hvert skudd skulle de runde en kjele som sto ca. 5 meter skrått bak fra skuddområdet (straffemerket). Dette for å opprettholde den fysiske trettheten, noe som var særlig viktig for den andre runden med skuddtest. Det var ønskelig at spillerne skulle være slitne da skuddene ble avfyrt.

2.5.2 Laktat og «rate of perceived exertion»

Fysisk tretthet i fotball og forskning relatert til fotball oppstår ved kampsituasjon, fotballspesifikk trening eller ved diverse utmattelsesprotokoller. Det ses gjerne på hvordan slik fysisk tretthet påvirker tekniske ferdigheter. I egen studie blir det målt laktatkonsentrasjon og «rate of perceived exertion» som uavhengige variabler for å se på hvor slitne spillerne var og hvor slitne de følte seg før og etter utmattelsesprotokollen.

Laktattest og rate of perceived exertion» (RPE) ble tatt/målt før første skuddtest og rett etter utmattelsesprotokollen. Laktattesten ble gjennomført slik:

1. Fingertupp tørkes av med tørr tupfer (små lapper) for å fjerne svette hovedsakelig.
2. Stikker fingertupp med lansettpenn. Det ble stukket i «langefinger» og «ringfinger».
3. Det første blodet som kommer ut tørkes bort med ny, tørr tupfer.
4. Klemmer på fingertuppen for å få blod ut. Dette blodet går på stripsen, som så går inn i laktatmåleren som måler laktatkonsentrasjon i blodet (mmol/l).
5. Venter på resultatet. Dette kommer innen 10 sekunder og er det som noteres ned og brukes videre i analyser.

«Rate of perceived exertion» (RPE) ble bestemt ved at spillerne fikk se Borgs RPE-skala (6-20) fremvist på et ark, der 6 tilsvarer ingen anstrengelse og 20 tilsvarer maksimal anstrengelse. Der pekte de på den verdien som representerte hvor anstrengte/slitne de var akkurat der og da. Denne ble notert ned på et ark.

2.6 Testutstyr

For å måle maksimal skuddhastighet ble det benyttet en Stalker Radar Pro II + (Plus) Radar Gun. Denne er i stand til å måle maksimal hastighet til fotballen i det ballen er i luften. Dette er også hastigheten som blir notert ned og brukes videre i statistiske analyser. Laktat i blodet ble målt ved bruken av en Lactate Scout+, som er en håndholdt laktatmåler, som krever kun 0.2 µl (mikroliter) blod og gir laktatverdiene (mmol/L) innen 10 sekunder. Blodet føres på Lactate Scout Sensors (EKF Diagnostics) som kalles «strips». Det er disse stripsene som føres inn i den håndholdte laktatmåleren. Det ble også brukt Borgs RPE-skala (6-20).

2.7 Statistiske analyser

De kvantitative dataene i dette forsøket er blitt analysert i SPSS (Johannessen, 2009). Dette ble brukt for å se om skuddhastighet hos voksne fotballspillere ble preget av fysisk tretthet, om det var kjønnsforskjeller i effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet og for å sjekke endringen i laktat før og etter utmattelsesprotokollen.

Først ble det gjennomført en parametrisk paret t-test for å se på om skuddhastigheten for hele utvalget (N=26) hadde endret seg fra før til etter utmattelsesprotokollen. Denne testen ble brukt fordi at verdiene var normalfordelt.

Det ble også gjennomført parametrisk paret t-test for å sjekke endringen i skuddhastighet for begge kjønn. Verdiene var normalfordelt også innad i begge gruppene.

På grunn av at spillerne ikke gjennomførte en standardisert oppvarming, var det også viktig å se hvor mye begge kjønn ble preget av utmattelsesprotokollen. Derfor ble det gjennomført en ikke-parametrisk t-test (Kruskal-Wallis) for å se på laktatendringen for begge kjønn. Denne testen ble brukt fordi verdiene ikke var normalfordelt.

Det ble også sett på den absolutte nedgang i skuddhastighet for begge kjønn, for å finne ut om skuddhastighet imellom kjønn ble preget forskjellig av utmattelsesprotokollen. For å finne denne ble det gjennomført en ikke-parametrisk t-test (Kruskal-Wallis). Denne testen ble brukt fordi verdiene ikke var normalfordelt.

3.0 Resultat

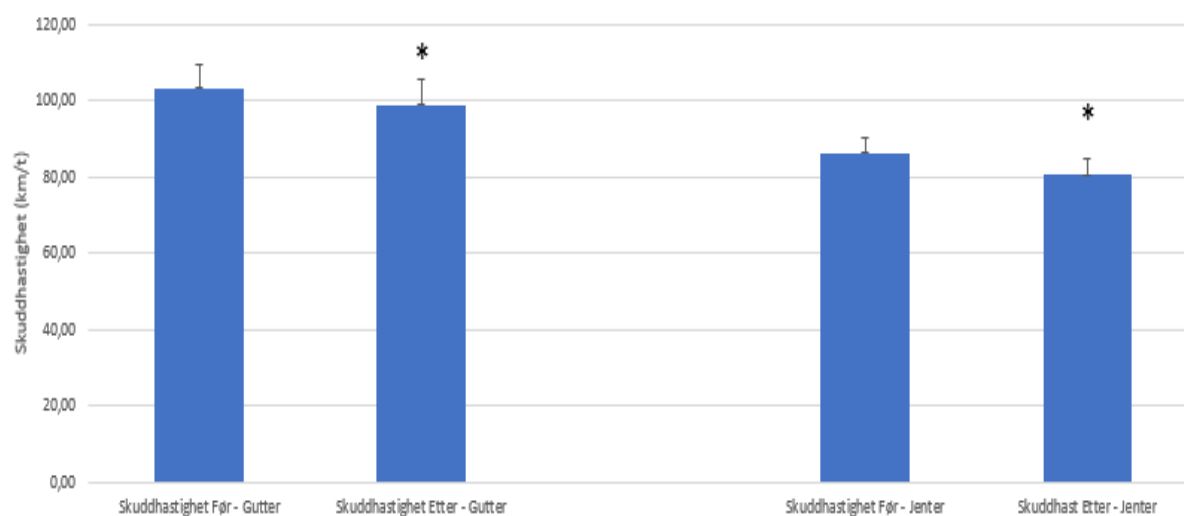
Tabell 1

Kjønn	Herrer	Kvinner
Laktat før (mmol/l)	3,85 (± 1,92)	3,35 (± 2,31)
Laktat etter (mmol/l)	7,65 (± 2,96)	6,83 (± 1,65)
RPE før (6-20)	9 (± 2,51)	11,55 (± 2,07)
RPE etter (6-20)	17,73 (± 1,44)	17,73 (± 2)

Laktat (laktatkonsentrasjon i blodet) og RPE (rate of perceived exertion) før og etter utmattelse.

Verdiene er gjennomsnittsverdier (± standardavvik).

Hvis man sammenligner laktatverdiene så ser man at det ikke var en signifikant forskjell imellom kjønnene i økningen av laktatkonsentrasjon i blodet i løpet av utmattelsesprotokollen i testen (P=0,68). Det var heller ikke en signifikant forskjell i laktatverdiene imellom kjønn hverken før eller etter utmattelsesprotokollen (før: P=0,377, etter: P=0,775).



Figur 2 - Skuddhastighet før og etter utmattelse med begge kjønn

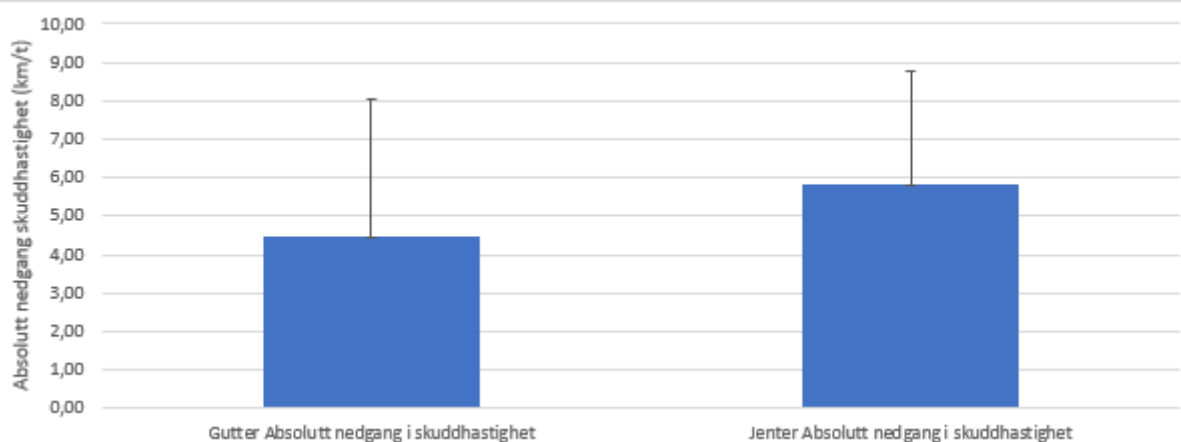
*indikerer en signifikant forskjell når $P < 0,01$

For å finne gjennomsnittshastigheten på skuddene til de mannlige og kvinnelige spillerne så ble det regnet ut et gjennomsnitt av de 5 skuddene de gjennomførte i selve skuddtesten. Disse tallene ble så brukt for å finne gjennomsnittet gruppevis for hele utvalget og for de to kjønnene, både før og etter utmattelse.

Gjennomsnittlig skuddhastighet for hele utvalget var på 96,1 km/t ($\pm 10,1$) før utmattelsesprotokoll og 91,1 km/t ($\pm 10,9$) etter utmattelsesprotokollen. For hele utvalget (N=26) ble det funnet en signifikant nedgang i skuddhastighet før og etter utmattelsesprotokollen ($P < 0,001$).

Testingen viser at gjennomsnittshastigheten på skuddene til de mannlige spillerne var på 103,28 km/t før utmattelse. Standardavviket var på 6,27. Den mannlige spilleren med høyest skuddhastighet i gjennomsnitt var på 112,76 km/t før utmattelsesprotokollen, mens den med lavest skuddhastighet lå på 89,42 km/t i gjennomsnitt før utmattelsesprotokollen. Gjennomsnittshastigheten til skuddene til de mannlige spillerne lå på 98,82 km/t etter utmattelsesprotokollen. Standardavviket var på 6,77. Den mannlige spilleren med høyest skuddhastighet i gjennomsnitt var på 110,25 km/t etter utmattelse, mens den spilleren med lavest hastighet lå på 84,36 km/t i gjennomsnitt etter utmattelsesprotokollen. Testing viser at det er en signifikant nedgang i skuddhastighet hos herrespillerne ($P < 0,001$).

Gjennomsnittshastigheten til skuddene til de kvinnelige spillerne lå på 86,31 km/t før utmattelsesprotokollen. Standardavviket var på 4,25. Den kvinnelige spilleren med høyest skuddhastighet i gjennomsnitt var på 93,28 km/t før utmattelsesprotokollen, mens den spilleren med lavest hastighet lå på 79,96 km/t i gjennomsnitt før utmattelsesprotokollen. Gjennomsnittshastigheten til skuddene til de kvinnelige spillerne lå på 80,50 km/t etter utmattelsesprotokollen. Standardavviket var på 4,5. Den kvinnelige spilleren med høyest skuddhastighet i gjennomsnitt var på 88,9 km/t etter utmattelsesprotokollen, mens den spilleren med lavest hastighet lå på 74,94 km/t i gjennomsnitt etter utmattelsesprotokollen. Testing viser at det er en signifikant nedgang i skuddhastighet hos damespillere ($P < 0,001$).



Figur 3 - Absolutt nedgang i skuddhastighet for begge kjønn

Ingen signifikant forskjell i absolutt nedgang i skuddhastighet imellom kjønn

Det er ikke en signifikant forskjell ($P=0,223$) i den absolutte nedgangen i skuddhastighet imellom kjønnene.

4.0 Diskusjon

I denne studien ble det undersøkt effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet hos voksne fotballspillere. I tillegg ble det undersøkt om det var kjønnsforskjeller i effekten av fysisk tretthet på skuddhastighet.

Hovedfunnet i dette forsøket var at det var en signifikant nedgang i gjennomsnittlig skuddhastighet for hele utvalget etter utførelsen av utmattelsesprotokollen sammenlignet med før. Dette samsvarer med tidligere forskning som har også målt gjennomsnittlig skuddhastighet før og etter utmattelsesprotokoller og funnet en signifikant nedgang (Kellis et al., 2006; Ferraz et al., 2012). Samtidig så bekrefter det hypotesen om at akutt fysisk tretthet preger gjennomsnittlig skuddhastighet hos voksne spillere negativt. Dette samsvarer også med at fysisk tretthet påvirker tekniske ferdigheter generelt (Rampinini et al., 2009; Stone & Oliver, 2009). På en annen side har Russell et al. (2011) funnet ut at gjennomsnittlig skuddhastighet ikke har en signifikant nedgang i løpet av en utmattelsesprotokoll tilsvarende kamp (90 minutter). De påpeker likevel at den maksimale skuddhastigheten til fotballspillere tenderer til å gå ned i andreomgang sammenlignet med førsteomgang. Årsaken til at funnene kan være noe ulike kan være på grunn av utmattelsesprotokollene og målemetodene som er benyttet. Noen av studiene har brukt utmattelsesprotokoller med en varighet på 90 minutter, tilsvarende kamp (Kellis et al., 2006; Russell et al., 2011). Kellis et al. (2006) brukte skuddtester før, i midten og på slutten av utmattelsesprotokollen for å se på maksimal skuddhastighet. Det er også benyttet skuddtester i egen og Ferraz et al. (2012) sin studie. Russell et al., (2011) benyttet også skuddtester, men så også på driblinger, pasninger og presisjon på skuddet i det samme testbatteriet, noe som kan ha påvirket resultatene slik at den gjennomsnittlige skuddhastigheten til spillerne ikke gikk signifikant ned underveis. Det kan ha tatt fokuset bort ifra selve skuddhastigheten hos spillerne.

4.1 *Kjønnsforskjeller*

På grunn av at det ikke ble gjennomført en standardisert oppvarming var det viktig å også se på om det var forskjeller i laktatkonsentrasjonen i blodet imellom kjønnene før og etter utmattelsesprotokollen, og om det var lik endring i laktatkonsentrasjon som resultat av utmattelsesprotokollen. Dette var et viktig premiss for å kunne sammenligne resultatene i skuddtestene. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i laktatkonsentrasjonen mellom kjønnene før og etter utmattelsesprotokollen. Det var heller ikke signifikant forskjell imellom

kjønnene i endringen av laktatkonsentrasjonen i blodet opparbeidet av utmattelsesprotokollen. Dette viser at utmattelsesprotokollen har påvirket spillerne likt på generelt grunnlag, på grunn av at godt trente og utrente spillere produserer melkesyre noenlunde likt ved samme absolutte intensitet (Gjerset et al., 2015). Derfor kan man lettere stole på resultatene i skuddtestene, samt at man kan sammenligne resultatene på tvers av kjønn.

Det var ikke en signifikant forskjell i den absolutte nedgangen i skuddhastigheten imellom kjønnene, som indikerer at begge kjønns skuddhastighet har blitt påvirket tilnærmet likt av utmattelsesprotokollen. Det at det viser seg at spillernes skuddhastighet på tvers av kjønn blir preget tilnærmet likt av fysisk tretthet anses som et unikt funn, da det ikke er funnet noe tidligere forskning på dette.

Mulige årsaker til den signifikante nedgangen i gjennomsnittlig skuddhastighet hos spillerne i egen studie kan være redusert muskelkraft, en reduksjon i balanseevne, redusert bevegelse i særlig i kne- og hofteområdet eller en reduksjon i hastigheten på ankel og benet generelt etter fysisk tretthet (Bangsbo, 1994; Rahnama et al., 2003; Kellis et al., 2006, Katis et al., 2014). Dette ble dog ikke sett nærmere på i egen studie. Herrespillere oppnår generelt høyere gjennomsnittlig skuddhastighet ved vristskudd, og oppnår høyere kinematiske variabler i selve skuddet. Det vil likevel være unntak der noen damespillere oppnår høyere gjennomsnittlig skuddhastighet enn enkelte herrespillere (Barfield et al., 2002). Tendensen er lik i egen studie, der herrespillere generelt oppnår høyere gjennomsnittlig skuddhastighet enn kvinnespillerne, med noen unntak. F.eks. så oppnådde 2 av damespillerne høyere gjennomsnittlig skuddhastighet enn 1 av herrespillerne i egen studie.

4.2 Metodens styrker og svakheter

Ferdighetstesting innen idrett er en av de mest vanlige og viktige målene innen forskning og fysiologi. Det er viktig at ferdighetstesting er reliabel og valid. Reliabilitet handler om måleinstrumentets evne til å konsistent måle det den skal måle (Barrow, McKee & Tritschler, 1989). En reliabel ferdighetstest vil være i stand til å gi sammenlignbare resultater hos en spiller ved repeterte gjennomføringer av samme test. En valid testprotokoll er en testprotokoll som gjenspeiler ferdigheten så godt som mulig. Den måler altså det man ønsker å måle (Currell & Jeukendrup, 2008). Hvis en test ikke er valid, så vil den ikke ha noen funksjon (Ali, 2011). I min studie er det benyttet skuddtester der maksimal skuddhastighet på ball ble målt, og en utmattelsesprotokoll i form av «doggis». Det ble også tatt laktattest og subjektive målinger i

form av Borgs RPE-skala (6-20). Skuddtestene og laktattestene gir objektive, kvantitative data. Derfor det viktig at reliabiliteten og validiteten av disse dataene blir vurdert.

Egen studie går ut på å finne ut av hvordan maksimal skuddhastighet hos voksne fotballspillere påvirkes av fysisk tretthet. Derfor ble det gjennomført skuddtester som så på denne egenskapen før og etter en utmattelsesprotokoll i form av «doggis». Skuddtestene kan sies å være valide, da disse måler det de skal måle, nemlig skuddhastighet (topphastighet på ball). Spillerne fikk lov til å velge selv hvilken teknikk de ville med sin «beste» fot bruke for å oppnå høyest mulig hastighet på skuddet. Dette kan være en svakhet, da man oppnår høyest hastighet ved et vristskudd (Alcock et al., 2012). Positivt med skuddtesten var at den besto av 5 skudd, og det at det ble tatt et gjennomsnitt av disse 5 skuddene. Dette gir et bedre bilde på skuddhastigheten hos den enkelte spilleren. Det minimerer målefeil og gjør at det ikke blir avgjørende hvis f.eks. spillerne ikke treffer ballen helt heldig ved et skudd eller ved eventuelle målefeil fra hastighetsmåleren som er benyttet.

Man kan argumentere for at «doggis» som utmattelsesprotokoll ikke er fotball-spesifikk fordi den ikke inneholder ball, motspillere, medspillere eller gjennomføring av tekniske ferdigheter (Stølen et al., 2005; Kellis et al., 2006; Ferraz et al., 2012) På en annen side så fungerer denne godt med tanke på at denne studien kun går ut på å se hvor mye fysisk tretthet preger den spesifikke egenskapen skuddhastighet hos voksne fotballspillere. Derfor ble det ansett som unødvendig å gjøre utmattelsesprotokollen fotballspesifikk. «Doggis» inneholder likevel noen bevegelsesmønstre som kan minne om kampsituasjon med tanke på høy-intensive løp og retningsendringer (Mohr et al., 2005; Stølen et al., 2005).

Laktatverdiene som spillerne i egen studie oppnår i utmattelsesprotokollen er like som i kampsituasjon, da det vises til at gjennomsnittlige laktatverdier i kamp kan være alt fra 3-9 mmol/l i kampsituasjon. (Bangsbo, 1994; Roi et al., 2014; Aslan et al., 2012). Det er også etablert at enkelte fotballspillere ofte også kan nå laktatverdier på opp til-, og til og med over 10 mmol/l i de mest intense periodene av kampsituasjon (Bangsbo, 1994; Krstrup, 2022). Også i min studie var det enkelte spillere som nådde verdier på over 10 mmol/l i løpet av utmattelsesprotokollen. Man kan argumentere for at de fleste spillerne i egen studie oppnådde lignende laktatverdier som man også oppnår i de intense periodene i kamp før de gjennomførte skuddtest nummer 2. De gjennomsnittlige laktatverdiene før utmattelsesprotokollen kan også sies å være overførbare til de roligste periodene av kamp i så måte. Måten laktattesten ble tatt

er en styrke. Særlig dette med at urenheter som svette f.eks. tørkes bort på forhånd er viktig, da det er noe som kan påvirke prøvetakingen og føre til feil resultat.

Den subjektive vurderingen til spillerne ved Borgs RPE-skala bidrar til å gi et bilde av på hvor sliten spillerne følte seg der og da. Gjennomsnittsverdiene for «rate of perceived exertion» før utmattelsesprotokollen viser at spillerne følte seg lite/noe sliten/anstrengt. Etter utmattelsesprotokollen tilsvarte gjennomsnittsverdiene at spillerne følte seg meget sliten. Imellom kjønnene var de ganske like før utmattelsesprotokollen og helt like etter. Det betyr at spillerne følte seg mer sliten enn det som er vist i tidligere studier i kampsituasjon (Aslan et al., 2012). «Rate of perceived exertion i egen studie tilsvarer noe av det samme som i Ferraz et al. (2012) og Russell et al. (2011) sine studier ved de gjennomsnittlige verdiene for «rate of perceived exertion» der. Det kan være på grunn av lengden og intensiteten på utmattelsesprotokollen i egen studie.

Det ble ikke benyttet pulsmåler under «doggisene», noe som kunne vært aktuelt for å vurdere intensiteten på løpingen. Samtidig kan det argumenteres for at måling av puls ikke vil gi et godt bilde på hvor slitne spillerne er i en så kort utmattelsesprotokoll. Mest sannsynlig så oppnår ikke spillerne nok puls tilsvarende den faktiske intensiteten i løpet av en såpass kort utmattelsesprotokoll som er benyttet i egen studie. Det ikke tatt tid på hvor lang tid spillerne brukte på å gjennomføre denne, noe som også kunne vært gjort for å si noe om intensiteten på utmattelsesprotokollen for hver enkelt. Vurderingen var at laktattestingen og verdiene for «rate of perceived exertion» ville gi gode tall hvor sliten de ble av denne utmattelsen og hvordan denne opplevdes. Laktattesting ved en såpass kort og høy-intensiv utmattelsesprotokoll vil være hensiktsmessig for å se hvor sliten spillerne faktisk er.

Likt for alle testene var at alle ble gjennomført med standard 5er-fotballer, likt testutstyr og likt underlag i form av kunstgress og alle brukte fotballsko. Testing på fotballspillere som gjennomføres ute og med kamplike ytre faktorer som underlag, vær og vind gjør at testen blir mer spesifikk mot idretten fotball sammenlignet med laboratorietester som gjennomføres inne. Dette gjør slike tester mer valide (Svensson & Drust, 2005). Det at det var noe forskjell i vær og vind på testdagene kan ha bidratt til forskjellige forutsetninger for gjennomføringen av testen fra dag til dag. Det kan ha påvirket reliabiliteten. En styrke var at assistenten jeg hadde med meg til å ta laktattester var kjent med testdesignet, så det ikke ble noen misforståelser. Det blir enklere og mer oversiktlig når man har kontroll på hva som skal skje og når det skal skje. Dette

minsker også muligheten for målefeil. I dette forsøket var det f.eks. viktig at den andre laktattesten ble tatt umiddelbart etter utmattelsesprotokollen, og at skuddtest nummer 2 ble gjennomført umiddelbart etter laktattesten. Tidligere forskning viser at både mannlige og kvinnelige fotballspillere kan «hente seg inn» muskulært til opprinnelige fysiske nivå (før protokoll) innen ca. 1 minutt (Katis et al., 2014). En svakhet ved forsøket var at det ikke var en standardisert oppvarming før testen ble gjennomført, slik at det kunne være noen forskjeller på hvor slitne spillerne var før de gjennomførte testbatteriet. Det ble slik på grunn av praktiske årsaker, med tanke på at det ble gjennomført under vanlige treninger for lagene. Intensiteten på en trening kunne vær mer intensiv enn den andre, noe som påvirket tallene på laktattestene og «rate of perceived exertion». Det var dog ingen signifikant forskjell i laktatverdiene imellom kjønnene, noe som anses som positivt, da det var ønskelig at spillerne jevnt over skulle være på samme nivå av sliten før testbatteriet ble gjennomført. Laktattestene og «rate of pereived exertion» gir likevel tall på hvor mye utmattelsesprotokollen trettet ut spillerne og hvor slitne de følte seg, samt at skuddtestene viser hvor mye fysisk tretthet påvirket skuddhastigheten.

4.3 Begrensninger i studiet

I egen studie blir det kun sett på gjennomsnittlig maksimal skuddhastighet hos fotballspillere og hvordan det preges av fysisk tretthet. Det gir ikke nødvendigvis et godt bilde på hele skuddferdigheten, da et skudd består av både kraft og presisjon (Ali, 2011) En fotballspiller kan f.eks. skyte et hardt skudd, men det vil ikke bli mål hvis ballen ikke treffer motstanderens mål. I kampsituasjon er det også viktig å påpeke at ballen ofte er i bevegelse, og at det er både med- og motspillere på banen som kan påvirke i skuddøyeblikket. Også fysisk tretthet er en variabel som påvirker i kampsituasjon (Kellis et al., 2006; Rampinini et al., 2009). Det er som regel kun ved frispark og straffespark at ballen ligger i ro i kamp, som den gjør i min test. På grunn av at det er 2 laktatmålinger, 2 verdier for «rate of exertion» og 2 skuddtester så er det også vanskelig å si noe om hvordan gjennomsnittlig maksimal skuddhastighet utvikler seg ved flere stadier av tretthet. Studien begrenses til hvordan skuddhastigheten er når spillerne er tilnærmet uthvilte og meget slitne tilvarende rolige og intense perioder av kamp.

5.0 Praktiske implikasjoner

I denne studien ble det funnet en signifikant nedgang i maksimal skuddhastighet hos voksne fotballspillere ved fysisk tretthet. Det var ingen signifikante forskjeller på nedgangen i skuddhastighet imellom kjønnene. Dette bekreftes ved at utmattelsesprotokollen i forsøket påvirket begge kjønn signifikant likt med tanke på laktatkonsentrasjon i blodet og tilnærmet likt ved verdiene for «rate of perceived exertion». Laktatverdiene spillerne oppnådde i egen studie tilsvarer de laktatverdiene som spillere kan oppnå også i kampsituasjon. Man kan dermed anta at spilleres skuddhastighet går ned i de mest intense periodene av kampen, sammenlignet med roligere perioder i kampsituasjon. I praksis så kan trenere bruke denne informasjonen til å bestemme når bytter burde gjøres i kamp for å sikre at spillerne som er på banen klarer å gjennomføre en god prestasjon igjennom hele kampen. Det kan også være aktuelt å legge opp taktikken til laget slik at spillere som er tenkt å skyte mye (gjerne angrepsspillere) har muligheten til å arbeide på lav intensitet før et skudd gjennomføres. Ellers kan det også brukes til å avgjøre hvilken spiller som er best egnet til å ta frispark og straffespark.

6.0 Veien videre

For å få et mer helhetlig bilde på hvordan skuddhastigheten hos fotballspillere preges av fysisk tretthet så trengs det mer forskning på fagfeltet. I et videre forsøk kunne det vært aktuelt å ha flere nivå av fysisk tretthet og flere skuddtester for å se utviklingen på skuddhastighet. Det kunne også vært aktuelt å ha med flere variabler som presisjon, posisjon på banen, samt se på bevegelsene som skjer i skuddet og musklene som er relevant ved et skudd i fotball. Om mulig så hadde det vært interessant om det var forskjell ved stasjonær og bevegende ball i skuddøyeblikket, samt å inkludere med og motspillere som i kampsituasjon. Andre ting som kan bli forsket videre på er forskjellen på ulike nivå som f.eks. elite-spillere vs. amatørspillere på seniornivå, eller yngre spillere vs. eldre spillere. Det er også høy-aktuelt å inkludere kvinnespillere i framtidige studier, da det er forsket lite på kvinnelige spillere.

Litteraturliste

- Aslan, A., Acikada, C., Güvenç, A., Gören, H., Hazir, T., & Özkara, A. (2012). Metabolic demands of match performance in young soccer players. *Journal of sports science & medicine*, 11(1), 170.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, 619, 1-155.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.
- Barrow, H. M., McKee, R. & Tritschler, T. (1989). A practical approach to measurement in physical education. *Dubuque: WmC Brown publishers*, 1989: 80-125.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of sports science & medicine*, 6(1), 63.
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 55-58.
- Crotty, M. (1998). The foundation of social research. *London; SAGE Publications Inc*.
- Currell, K., & Jeukendrup, A. E. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports medicine*, 38(4), 297-316.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Montero, F. C., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International journal of sports medicine*, 28(03), 222-227.
- Ferraz, R., Van Den Tillaar, R., & Marques, M. C. (2012). The effect of fatigue on kicking velocity in soccer players. *Journal of human kinetics*, 35, 97.
- Goksøyr, M. (2014). Hva er fotball. *Oslo; Universitetsforlaget AS*.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Helge, J, W. & Enoksen, E. (2015). *Idrettens treningslære (2. utg.)*. Oslo; Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Haaland, E., & Hoff, J. (2003). Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(3), 179-184.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British journal of sports medicine*, 36(3), 218-221.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of sports sciences*, 23(6), 583-592.
- Johannessen, A. (2009). Introduksjon til SPSS. (4.utg.). *Oslo: Abstrakt forlag AS*.

- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode. *Oslo: Abstrakt forlag AS*.
- Katis, A., Amiridis, I., Kellis, E., & Lees, A. (2014). Recovery of powerful kick biomechanics after intense running fatigue in male and female soccer players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(4).
- Kellis, E., Katis, A., & Vrabas, I. S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(5), 334-344.
- Knapp, B. (1977). Skill in sport: the attainment of proficiency. *London: Routledge, 1977: 1-6*.
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Draganidis, D., Randers, M. B., Ermidis, G., Ørntoft, C., Røddik, L., Batsilas, D., Poulis, A., Ørtenblad, N., Loules, G., Deli, C. K., Batrakoulis, A., Nielsen, J. L., Jamurtas, A. Z. & Fatouros, I. G. (2022). Muscle metabolism and impaired sprint performance in an elite women's football game. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32, 28-28.
- Lees, A., & Davies, T. (1988). The effects of fatigue on soccer kick biomechanics. *J Sports Sci*, 8, 156-157.
- Mohr, M., & Krustrup, P. a Bangsbo, J. (2003a). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 439-449.
- Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of sports sciences*, 23(6), 593-599.
- Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A., & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of Sports Science*, 21(11), 933-942.
- 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. *Journal of science and medicine in sport*, 12(1), 227-233.
- Roi, G. S., Sisca, G., Perondi, F., Diamante, A., & Nanni, G. (2004). Post competition blood lactate accumulation during a first league soccer season. *Journal of Sports Sciences*, 22(6), 560.
- Russell, M., Benton, D., & Kingsley, M. (2011). The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. *International journal of sports physiology and performance*, 6(2), 221-233.
- Rosch, D., Hodgson, R., Peterson, L., Graf-Baumann, T., Junge, A., Chomiak, J., & Dvorak, J. (2000). Assessment and evaluation of football performance. *The American journal of sports medicine*, 28(5_suppl), 29-39.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports medicine*, 35(6), 501-536.

Stone, K. J., & Oliver, J. L. (2009). The effect of 45 minutes of soccer-specific exercise on the performance of soccer skills. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(2), 163-175.

Svensson, M. & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*. 23, 601-618.

Taylor, J. L., Butler, J. E., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *European journal of applied physiology*, 83(2), 106-115.

Vedlegg

Vedlegg 1 – Informasjonsskriv/samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Hvor mye preges maksimal skuddkraft hos voksne fotballspillere av utmattelse?»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å se på hvor mye maksimal skuddkraft hos voksne fotballspillere preges av utmattelse. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med dette masterprosjektet er å se på hvor mye maksimal skuddkraft hos voksne fotballspillere preges av utmattelse. Forsøket vil gå ut på å ta laktattest, RPE-målinger (rate of perceived exertion) og skuddtest før og etter utmattelse for å se hvor mye maksimal skuddkraft preges, og om dette kan knyttes til kampsituasjon. Det vil også være aktuelt å se på om det er forskjell med tanke på posisjon på banen (f.eks angrepsspillere vs. forsvarsspillere).

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Nord Universitet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta i dette forskningsprosjektet fordi du spiller på et seniorlag i fotball på et nivå som er relevant for min problemstilling.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet så innebærer det:

- 1 testdag.
- 2 laktattester. En før og en etter utmattelse.
- 2 RPE-målinger. En før og en etter utmattelse. Dette er en subjektiv måling der du selv peker på en skala på 6-20, der 6 er uthvilt og 20 er helt utmattet. Denne indikerer hvor anstrengt/sliten du er akkurat der og da.
- 2 skuddtester (5 skudd per test). 1 før og en etter utmattelse.

Dine resultater vil bli registrert ved notater og senere ført inn elektronisk.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det

vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det vil kun være jeg *Kristian Helgaas Jakobsen* og veileder *Tore Kristian Aune* ved *Nord universitet* som har tilgang på dataene.
- Navnet, alder og posisjon på banen vil lagres på en egen liste adskilt fra øvrige data.
- Navnet ditt vil bli erstattet med en kode i selve prosjektet, f.eks «Spiller 1», slik at du ikke vil kunne gjenkjennes i selve oppgaven. Det vil være tallene fra testene som vil stå i fokus. Alder og posisjon på banen kan være aktuelt å ha med i oppgaven, men du vil ikke kunne gjenkjennes ut fra dette, da denne informasjonen vil bli brukt gruppevis i statistikken.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er cirka 20. juni. Listen med navn, alder og posisjon vil slettes når jeg har registrert de i selve oppgaven.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene.
- å få rettet personopplysninger om deg.
- å få slettet personopplysninger om deg.
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra *Nord Universitet* har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med: Nord Universitet ved:

- Tore Kristian Aune. Telefonnummer: 74022775. E-post: tore.k.aune@nord.no
- Kristian Helgaas Jakobsen. Telefonnummer: 98114436. E-post: kristianjakobs@gmail.com

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Tore Kristian Aune
(Forsker/veileder)

Kristian Helgaas Jakobsen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Hvor mye preges maksimal skuddkraft hos voksne fotballspillere av utmattelse?» og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i testingen av maksimal skuddkraft, laktat og RPE-målinger

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 2 – Borgs RPE-skala

BORGS RPE-SKALA	
Hvor anstrengende er økten <i>nå</i>?	
Brukes <i>i det</i> vi trener for å få svar på hvordan treningsbelastningen kjennes <i>nå</i> .	
6	Ingen anstrengelse
7	Ekstreme lett
8	
9	Meget lett
10	
11	Lett
12	
13	Noe anstrengende
14	
15	Anstrengende
16	
17	Meget anstrengende
18	
19	Ekstremt anstrengende
20	Maksimalt anstrengende