

Thomas Lia

---

## Sammenhengen mellom biologisk modning og fysisk kapasitet for unge fotballspillere

---

Masteroppgave i Idrettsvitenskap  
Seksjon for Fysisk prestasjonsevne  
Norges idrettshøgskole, 2022



## Sammendrag

**Introduksjon:** Fotball er en idrett der utøvelsen krever en rekke ulike fysiske krav for å kunne lykkes på en god måte. Barn og unge går gjennom en modningsprosess fra en ung barnlig kropp, til en voksen moden kropp samtidig som utvelgelsesprosessen pågår i fotballen. Hensikten med denne studien er å undersøke sammenhengen mellom biologisk modning og prestasjon på en rekke ulike prestasjonstester. **Metode:** Tverrsnittstudie som undersøkte prestasjonen på prestasjonstester for unge fotballspillere født i 2006 (n=48) og 2008 (n= 32). Prestasjonsvariablene målt var; 10, 20 og 30 meter lineær sprint, agility dominant og ikke-dominant fot, CMJ hopp høyde på kraftplattform, Keiser benpress for Total power og Total kraft og Yo-Yo Intermittent Recovery level-1 test for utholdenhet. Peak Height Velocity (PHV) med Mirwalds utregning ble regnet ut ved bruk av variablene; Høyde, sittende høyde, vekt, fødselsdato og dato for målinger. **Resultater:** Eldste gruppen var både høyere og tyngre enn den yngste. Eldste gruppen var kommet lenger i den biologiske modningen med en PHV på  $1,04 \pm 0,63$  mot  $-0,89 \pm 0,55$  for den yngste gruppen. Gjennomsnittresultatene til gruppen født i 2006 var bedre enn gruppen født i 2008 i alle prestasjonstester. Forskjellene mellom gruppene var statistisk signifikante ( $p < 0,05$ ) og viste fra moderat til stor effektstørrelse (ES). **Konklusjon:** Det blir observert en sammenheng mellom hvor i modningsprosessen deltagerne er og hvor bra de presterer på prestasjonstestene. Sammenhengen innad i gruppene er ikke veldig merkbar, men mellom årsklassene er det betydelig forskjell i prestasjon i sammenheng med biologisk modning.

# Innhold

Sammendrag.....	3
Innhold.....	4
Forord.....	5
1. Introduksjon.....	6
1.1 Hensikt.....	7
2. Teori.....	8
2.1 Fysiske krav fotballen.....	8
2.1.1 Utholdenhet.....	8
2.1.2 Eksplosiv kapasitet og styrke.....	9
2.2 Talent.....	11
2.3 Biologisk modning.....	12
2.3.1 Biologisk modning i fotball.....	14
2.4 Elite vs. Ikke- elite.....	17
2.5 Oppsummering.....	18
3. Metode.....	20
3.1 Forsøkspersoner.....	20
3.2 Studiedesign.....	20
3.3 Antropometri.....	21
3.4 Testbatteri.....	21
3.5 Statistiske analyser.....	24
4. Resultater.....	25
4.1 Gjennomsnittsverdier, standardavvik og effektstørrelse.....	25
4.2 Korrelasjon mellom variabler.....	27
4.3 Modning og prestasjon.....	30
5. Diskusjon.....	33
5.1 Gjennomsnittresultater.....	33
5.1.1 Antropometriske faktorer.....	33
5.1.2 Gjennomsnittsverdier for prestasjonvariabler.....	34
5.2 Korrelasjon mellom PHV, Alder og prestasjon.....	35
5.2.1 Korrelasjon mellom prestasjonstester.....	37
5.3 Begrensinger.....	38
5.4 Praktiske betydning.....	39

6. Konklusjon.....	40
Referanser.....	41
Tabelloversikt.....	
Figuroversikt.....	

## Forord

Da er det endelig være min tur til å skrive forordet til min masteroppgave. Tolv år etter første studiepoengene ble sanket inn på idrett årstudium i Kristiansand. Etter flere omveier enn man burde ta kan det virke som om det til slutter verdt strevet, frustrasjonen og alt som hører med å være evig student.

Jeg er veldig takknemlig for alt jeg har lært disse årene, spesielt de siste fem, der målet hele tiden har vært dette.

Til alle jeg har studert med opp igjennom årene vil jeg takke for utallige kaffekopper og røverhistorier.

Jeg vil rette en stor takk til veilederen min, Live. Selv om jeg ikke har løpt ned dørene dine så har din ro og visshet om at ting ordner seg roet ned selv en krisemaksimerende sjel. Spesielt de siste dagene. Det har nok betydd mer enn du tror.

Og takk til Lars Martin for at jeg fikk være med på starten av prosjektet ditt. Jeg ønsker deg lykke til med noe som jeg er sikker på kommer til å bli ny og viktig kunnskap.

Selvsagt rettes en stor takk til mine foreldre som alltid har støttet meg og vært viktige i at jeg turte å starte på ny utdanning, litt senere i livet.

Til slutt må jeg rette den største av takker til min fantastiske forlovede. Du har vært en klippe for meg i en krevende periode av livet. Fra nå av blir det sprudlevin og lykke til ende.

Til leseren – takk for at du leser min første og siste masteroppgave.

Thomas Lia, Oslo, Mai 2022.

## 1.Introduksjon

Fotball er en verdensomspennende idrett som spilles på alle kontinenter til enhver tid.

Konkurransen for å kunne være en av de heldige få som ender opp med fotballen som levebrød er dermed knallhard. Ferdighetene som kreves er få, men mange. Nettopp fordi det ligger til lag- idrettens natur med mange ulike roller som kan fylles av forskjellige typer. Det er derimot enkelte ferdigheter og karakteristikk som er en større fordel enn andre. De spenner seg fra det fysiologiske til det psykologiske og antropometriske.

For å lykkes skal det en dose hell til. Man skal ende opp i riktig miljø, med gode medspillere og gode trenere. En måte å sørge for å få den oppfølgingen som kan gi en ung fotballspiller mulighetene som er nødvendig er å bli selektert til å bli blant de beste i sin aldersgruppe. Da åpner det seg dører med kunnskap om spillet og tilrettelegging av hverdagen. Det som derimot gjør det vanskeligere å oppnå disse fordelene er de nedarvede biologiske egenskapene vi er født med. Noen når puberteten tidligere enn andre og med puberteten følger det store kroppslige endringer som kan være med på å øke prestasjon på fotballbanen. Ifølge Malina et al. (2004) kan det se ut som om fotballtrenere favoriserer de spillerne som er mer fysisk utviklet på bekostning av de som er mindre utviklede. Det paradoksale er at studier som Carling et al (2009) og Franks et al. (1999) har vist at det er observert at verken fysiske eller psykologiske forskjeller i puberteten kan skille mellom fremtidig suksess for akademispillere. På tross av denne kunnskapen er det registrert at hovedvekten av de som representerer yngre landslag er født tidlig på året som igjen vil si at de får fordeler andre, som kan godt være like, om ikke mer talentfulle får.

Utviklingen bestemmes stor av timing og tempo på den biologiske modningsprosessen som skjer underveis i puberteten. Denne fasen sammenfaller i stor grad med utvelgelsesprosessen for unge fotballspillere og det er mange karrierer enten går i oppfyllelse eller ikke. I litteraturen finnes det en del som omhandler prestasjon på barn og unge, men i mindre grad er det forsket på sammenhengen mellom den biologiske modningsstatusen og prestasjon på ulike prestasjonstester for unge fotballspillere. Sammenhengen biologisk modning og fysisk kapasitet vil derfor være hovedmålet i denne oppgaven.

## **1.1 Hensikt**

Hensikten med denne studien er å undersøke om det finnes en sammenheng mellom biologisk modning og prestasjon i flere ulike prestasjons-tester for unge mannlige fotballspillere født i 2006 og 2008.

## **1.1 Problemstilling**

1) Er det en sammenheng mellom biologisk modning og prestasjon på prestasjonstester.



## 2. Teori

### 2.1 Fysiske krav i fotballen

Fotball har tidligere blitt beskrevet som en idrett der det kreves nøyaktige interaksjoner mellom taktisk, teknisk, psykologisk og fysiologiske komponenter for å lykkes (Reilly et al., 2000). Med andre ord en idrett sammensatt av flere ulike ferdigheter. Utøvelsen av idretten kan karakteriseres som en høyhastighets idrett, preget av start og stopp, hurtige retningsforandringer, hopp og spark (Alfredson et al., 1996). De fysiske egenskapene som kreves i fotball har tidligere blitt oppsummert til; antropometriske egenskaper, maksimal hastighet, evne til retningsforandring og aerob og anaerobe kapasiteter (Stolen et al., 2005). Hver av disse egenskapene er ikke absolutte krav, da det finnes spillere av ulik størrelse og med ulike spesialiteter, men det er egenskaper som kan gjøre seg gjeldende i mange ulike situasjoner i løpet av en fotballkamp. For å utvikle de fysiologiske ferdighetene som er relevante for fotball, er det fordelaktig for både trenere og forskere å inneha en god forståelse av de komplekse interaksjonene. Disse består av flere ulike faktorer som igjen påvirker de fysiologiske responsene i konkurransesituasjoner for fotballspillere i alle aldre (Reilly et al., 2010, s. 670).

#### 2.1.1 Utholdenhet

Aerob prestasjon blir bestemt av aerob power og aerob kapasitet. Aerob power gjenspeiler evnen til å produsere aerob energi på en høy intensitet og er karakterisert som det maksimale oksygenopptaket (VO<sub>2</sub>max). Aerob kapasitet uttrykker evnen til å opprettholde bevegelse i en lengre periode og er synonymt med utholdenhet (Reilly et al., 2000, s. 670). Andre parametre tilknyttet aerob ytelse er for eksempel laktat og/eller ventilatorisk terskel og arbeidsøkonomi. (Baquet et al., 2003). Mesteparten av energien under en fotballkamp skjer gjennom aerobe energigiveier der de metabolske responsene er lignende de responsene som kan forventes når man utfører utholdenhetstrening (Bangsbo, 1994,). Voksne fotballspillere løper som regel et sted mellom 10 og 12 kilometer per kamp (Rampinini et al., 2007) For unge fotballspillere er det observert lavere tall, med en total distanse i kamp på mellom 4 og 8,5 kilometer (Cunha et al., 2016). Spillere som kan opprettholde en høy arbeidsrate gjennom en hel fotballkamp har muligheten til å oppnå en fordel sammenlignet med spillere på lignende ferdighetsnivå, men som ikke evner å opprettholde samme arbeidsrate (Saltin, 1973). Dette forteller oss at utholdenhet er en sentral ferdighet i en fotballkamp som kan være medvirkende faktor på å differensiere gode fra mindre gode spillere. Høyere nivåer av aerob kapasitet kan også være

med på å redusere restitusjonstiden under høy-intensitets intervalltrening (Svensson & Drust, 2005). Dette kan være med på å forbedre effektiviteten til den anaerobe kapasiteten når man utfører høy-intensitets repetert arbeid (Tomlin & Wenger, 2001). Fysisk arbeid i fotball skjer hovedsakelig i aksjoner uten selve ballen og er for det meste aerob, men når det gjelder anstrengelser der man er direkte involvert i spillet, enten med eller uten ball, er mesteparten av energiomsetningen anaerob (Reilly et al., 2000, s. 670). I en fotballkamp skjer det for hver enkelt spiller en høy-intensitets anstrengelse omtrent hvert 30. sekund og en sprint med maksimal anstrengelse omtrent hvert 90. sekund (Reilly et al., 2000, s. 670). Kampavgjørende øyeblikk skjer ofte i sammenheng med anaerobe situasjoner der spillere vinner ballen, scorer mål eller slipper inn mål. Dette er med på å gi oss et inntrykk av viktigheten til anaerob kapasitet og anaerob kraft i fotballen (Reilly et al., 2000, s. 670).

### *2.1.2 Eksplosiv kapasitet og styrke*

Fotballspillere på elitenivå har vist seg å være raskere enn ikke-profesjonelle spillere når det gjelder hurtighetstester, der sprint-tid over 15 meter fremstår som den sterkeste diskriminatoren uavhengig av posisjon på banen (Reilly et al., 2000). Når det gjelder unge fotballspillere er det derimot vist at maksimal hopp høyde var den mest diskriminerende variabelen (Gil et al., 2007). Hurtighet og akselerasjon er i stor grad avhengig av strekkapparatet i beina sin evne til å utvikle stor effekt (Rønnestad et al., 2008) Gjennom å øke den muskulære kontraksjonskraften i høye hastigheter, kan den eksplosive evnen forbedres i strekkapparatet (Bangsbo, 1994). I tillegg til hurtighet og akselerasjon har muskelstyrke blitt foreslått å være relevant til sparking av fotball, takling og fysisk kontakt mellom spillerne (Reilly et al, 2010). Økt muskelstyrke kan antageligvis også føre til et økt antall aktive motorenheter, i tillegg til å øke fyringsfrekvens til de aktive motorenhetene til den trente muskelen. Det kan også forandre rekrutteringsmønsteret til motorenheter i de hurtige muskelfibrene (Hakkinen 1985). Det har blitt rapportert om at eksplosiv styrketrening kan forbedre løpsøkonomi som et resultat av forbedret mekanistisk effektivitet og muskelkraft (Storen 2008; Paavolainen 1999). Disse adaptasjonene kan i sum føre til en økt kapasitet for fotballspillere i konkurranse. Wong (2010) konkluderte i sin studie fra 2010 med at 12 ukers styrketrening på fotballspillere på under 14-års nivå førte til en redusert løpskostnad og økt muskulær power. Dette igjen forbedret ytelsen på utholdenhetstesten Yo-Yo Intermittent Endurance Run (YYIER) (Wong, 2010). Fotballspillere på elitenivå er også funnet å bedre kunne reprodusere den maksimale hastigheten i tester med repetitive sprinter, i tillegg til å være mer tolerante mot utmattelse (Reilly et al., 2000, s. 673). Dette kan muligens tyde på at

en økt kapasitet på hurtighet også kan ha en overføringsverdi til prestasjon på utholdenhetstester.

Tidligere metaanalyser som har undersøkt effekten av styrketrening på muskulær styrke og motoriske ferdigheter hos unge utøvere av forskjellig biologisk modningsstatus, har observert at ungdommer i pubertetsalder har gode muligheter for å utvikle den muskulære styrken (Behringer et al., 2011; Behringer et al., 2010). Styrketrening tilpasset utviklingsnivået, vektløfting, plyometrisk trening og kombinert trening har alle vist seg å være effektive i å fremkalle hensiktsmessige adaptasjoner i flere nevromuskulære tester hos unge utøvere (Rhodri et al., 2016) Forbedring i styrke før puberteten er derimot hovedsakelig et resultat av en forbedret nevromuskulær koordinasjon (Reilly, 2000, s. 675). Rhodri viste i sin studie fra 2016 signifikant effekt på styrke for både pre- og post-peak height velocity (PHV) hos gutter. Med tanke på den positive effekten styrketrening kan ha på blant annet hurtighet, akselerasjon og løpsøkonomi, kan dette muligens være et nyttig verktøy for unge fotballspillere til å øke sin fysiske kapasitet, spesielt i nevnte parametere.

Fotball er som nevnt en høy-intensitets idrett som krever både kraft, hurtighet og smidighet til å utføre eksplosive bevegelser som for eksempel sprint, skudd og dribling (Stolen et al., 2005). En sprint i fotball skjer omtrent hvert 90. sekund i en fotballkamp. Hver enkelt sprint varer i cirka 2-4 sekunder i gjennomsnitt (Reilly et al., 2010). Sprint består derimot av omtrent 1 % av den totale distansen tilbakelagt i kamp for voksne spillere, som igjen vil si at omtrent 98 % av den totale energiomsetningen oppnås ved bruk av aerob metabolisme (Astrand et al., 1986). Det vekslende bevegelsesmønsteret med retningsforandringer omtrent hvert fjerde sekund, i tillegg til påvirkningen av hurtighet og anaerobe aksjoner i kamp-avgjørende situasjoner i seniorfotball, understreker viktigheten av hurtighet og retningsforandringer når det kommer til utvelgelsesprosessen i ungdomsfotballen (Rienzi et al., 2000; Reilly et al., 2000, s. 670). I tillegg til hurtighet og akselerasjon, har muskelstyrke blitt foreslått å være relevant til sparking av fotball, takling og fysisk kontakt mellom spillerne (Reilly et al., 2010, s. 670). Utviklingen av hurtighet utvikles gjennom to faser. Den første fasen inntreffer når man omtrent er 8 år gammel for begge kjønn, mens den andre fasen inntreffer omtrentlig i 12-årsalderen for jenter, og mellom 12- og 15-årsalderen for gutter (Reilly et al., 2000, s. 675). Den første fasen er relatert til en modning av nervesystemet, i tillegg til forbedret koordinasjon av arm og benmuskulatur. Mens den andre fasen i større grad

er relatert til økningen i kroppsmasse og en forbedret muskelfunksjon (Reilly et al., 2000, s. 675).

Fotball kan karakteriseres som en sammensatt idrett der det er en interaksjon mellom flere ulike fysiske ferdigheter og kapasiteter som i sum fører til et utfall. Dette gjør at fysisk testing av fotball krever et variert testbatteri med standardiserte tester for blant annet maksimal hastighet, evne til retningsforandring, balanse, fleksibilitet, eksplosiv styrke, lokal muskulær utholdenhet og statisk muskulær styrke (Malina et al., 2004; Carling et al., 2013).

Formålet med testing av unge fotballspillere kan i tillegg til å gi en indikasjon på nåværende form, også være en måte å vurdere og identifisere talent (Pearson et al., 2006).

Talentidentifikasjon på denne måten kan være appellerende fordi det gir en objektiv målemetode fremfor en subjektiv tolkning som ofte er tilfellet når det gjelder vurdering av talent og potensiale i fotball. Utfordringen med denne tankegangen er at prestasjon i fysiske tester kan ha en sammenheng med tidlig modning, og dermed ikke gi en riktig vurdering av talent eller potensiale til unge fotballspillere (Till et al., 2014). Det har i tidligere studier blitt observert at de fleste prestasjonstester forbedres mest i tidsrommet rundt PHV, der forbedringen som regel også fortsatte videre gjennom puberteten (Philippaerts et al., 2006). Dette kan reflektere forskjellen i vekstrate hos de ulike systemene, samt muskelmasse i tillegg til påvirkningen systematisk fotballspesifikk trening kan ha på prestasjon i gitte tester (Philippaerts et al., 2006).

## *2.2 Talent*

I fotballen legges det ned mye innsats og ressurser for å finne og dyrke talenter som kan ha muligheten til å bli profesjonelle. Fokuset ungdomsfotballen har på å identifisere og utvikle unge talenter i en tidlig alder har vokst dramatisk (Stratton et al., 2004). Relasjonen mellom modning, antropometriske karakteristikk og fysiologisk prestasjon har blitt beskrevet som dynamisk og ofte asynkron i så måte at det skjer i ulike hastigheter for ulike systemer (Towlson et al., 2018). Dette kan igjen gjøre det vanskelig å bedømme prestasjon underveis i puberteten fordi det kan være vanskelig å vite nøyaktig hvorfor en gitt spiller presterer, mens en annen spiller ikke presterer. Det virker å være en dynamisk økende eller minkende relasjon med atletiske mål som blir drevet gjennom biologiske subsystemer (for eksempel hormoner, nevralt, skjelett og muskelvev). Dette på tross av mangelen på informasjon tilgjengelig rundt karakteristikkene til disse interaksjonene (Towlson et al., 2018). Egenskaper av interesse på sammenhengen mellom modning og atletisk evne, er mengden og tempoet på forbedringer i

tillegg til oppstarten og avslutningen, altså timing av de utviklingsmessige forandringene som skjer som en følge av modningen (Towlson et al., 2018). Spillere som er senere utviklet ender ikke nødvendigvis opp med å bli mindre fysisk utviklet eller lave av vekst som voksne, men det er en fare for at de kan gå glipp av treningsmuligheter i en kritisk fase av karrieren (Reilly et al., 2000, s. 677). Dette fordi spillere kan få en fordel eller ulempe som følge av sin fysiske kapasitet i gitt alder. Trenere og speidere kan se ut til å favorisere den mer fysisk utviklede spilleren på bakgrunn av at de tilsynelatende er bedre rustet til å utføre fysiske oppgaver sammenlignet med de senere utviklede spillerne (Malina et al., 2004).

Hva som gjør at noen når hele veien mens andre faller fra er hyppig omtalt i litteraturen. Blant noen studier blir det observert at verken fysiske eller psykologiske forskjeller i puberteten kan skille mellom fremtidig suksess for akademispillere (Carling et al., 2009; Franks et al., 1999). Blant andre igjen ble det funnet noen fordeler i enkelte funksjonelle kapasiteter som hurtighet, retningsforandring, maksimal anaerob power, eksplosiv power og utholdenhet, fotballspesifikke ferdigheter og fysisk modenhet i puberteten for suksess som fremtidig elite- og internasjonale fotballspillere (Figueiredo et al., 2009; Le Gall et al., 2010). Mindre enn 1% av gutter som blir rekruttert inn i et av utviklingssentrene i engelsk ungdomsfotball lykkes med å skape seg en profesjonell karriere. Sammen med en relativt lav andel av ungdommer som blir værende i et utviklingssystem for mer enn 3 år, mener Towlson et al. (2018) at det viser både den teoretiske posisjonen og et eksisterende bevis på at å mislykkes med en holistisk, multifaktoriell utvikling av ungdomsutøvere er en av nøkkelårsakene til unøyaktighet og begrenset suksess. Med multifaktoriell menes at flere faktorer tas hensyn til, som for eksempel betydningen av biologisk alder, kronologisk alder og antropometriske mål. Med en holistisk tilnærming menes at man tar hensyn til helheten. Det kan for eksempel bety at psykologiske- eller miljømessige faktorer spiller inn på hvordan en fotballspiller presterer. Det har blitt rapportert av enkelte forfattere at verken fysiske eller fysiologiske forskjeller i ungdomsårene kan diskriminere mellom fremtidig «vellykkede» akademispillere (Carling et al., 2009; Franks et al., 1999). Mens andre forskere har observert at fremtidig profesjonelle fotballspillere på elite- eller internasjonalt nivå viste bedre prestasjon på funksjonelle kapasiteter som hurtighet, agility, maksimal anaerob kraft, eksplosiv power, utholdenhet, fotballtekniske ferdigheter og fysisk modenhet (Figueiredo et al., 2009; Le Gall et al., 2010).

### *2.3 Biologisk modning*

Når vi referer til biologisk utvikling, er både kronologisk alder og biologisk alder relevant. Kronologisk alder refererer til barnet eller ungdommens egentlige aldre ifølge kalenderen, mens den biologiske alderen refererer til det biologiske nivået av modenhet hos barnet eller ungdommen. Disse to foregår ikke parallelt, som er årsaken til at en gruppe barn eller ungdommer kan være av samme kronologiske alder, mens variasjonen i biologisk alder kan være stor (Malina et al., 2004). Tidligere forskning har forsøkt å identifisere faktorer som antropometri og fysisk kapasitet for å kunne forutsi graden av talent i fotball, men disse attributtene kan konfunderes gjennom forskjeller i utvikling mellom spillere (Parr et al., 2020). Det vi kan si med sikkerhet er at puberteten slår inn for 95% av befolkningen mellom 9 og 14 år (Vandvik, 2021). I denne perioden går kroppen gjennom en periode med dynamisk utvikling med hurtig forandring i kroppsstørrelse, form og komposisjon. Mennesket går fra en barnlig kropp til en voksen, kjønnsmoden kropp (Rogol et al., 2002). Biologisk utvikling refererer til utviklingen mot en moden voksenstatus blant de ulike biologiske systemene i kroppen, som for eksempel armer, ben, forplantningsorganer osv. Modning blir beskrevet som en prosess som oppstår i alle kroppens organer og systemer, mens modenhet er en status som oppnås og varierer mellom de biologiske systemene hvor det foregår (Malina, 2014). Det kan bli definert som status, tempo eller timing. Der status beskriver stadiet av biologisk modning på et bestemt tidspunkt, tempo beskriver graden som biologisk modning avanserer i et spesifikt system, og timing referer til den alderen som de spesifikke modningsprosessene oppstår (Parr et al., 2020). Vekst og modning underveis i barndommen er styrt av et individs indre biologiske klokke og kan variere stort i både tempo og timing (Malina et al., 2004). I reguleringen av vekst og modning foregår det en interaksjon av gener, hormoner, næringsstoffer og miljømessige faktorer (Malina et al., 2004) Vekst kan defineres som økningen i kroppsstørrelsen som en helhet og til kroppens ulike deler. Høyden og kroppsmassen øker når mennesket vokser, der kroppsmassen vokser heterogent og inkluderer forandringer i skjelett, muskel og fettmasse, organer osv. (Malina, 2014).

Modningsprosessen fører med seg store fysiologiske forandringer som i mange tilfeller kan føre til en økt prestasjonsevne (Gabbett et al., 2014). Dette kommer av fysiologiske endringer som antropometriske karakteristikk, kroppsmasse, skjelettmuskelmasse, hjerte- og lungemasse, hemoglobinnivå, blodvolum og modning av nervesystemet (Stolen et. al 2005). Adaptasjonen til trening er i stor grad forsket på hos voksne, men det er ikke i like omfattende grad forsket på hos ungdommer. Dette på tross av at unge responderer annerledes på treningsstimuli enn hva voksne gjør (Wrigley et al., 2014)

For å vite hvorvidt det er snakk om mennesker før, midt i eller etter puberteten behøver man metoder for å kunne fastslå hvor langt i puberteten man er kommet. Den cellulære prosessen som biologisk vekst og modning består av, kan ikke bli observert eller målt direkte. Det finnes derimot flere ulike metoder som kan gi en signifikant innsikt (Malina, 2014). Disse metodene er blant andre “peak height velocity”, røntgen av håndledd og visuell eller selvrapportering av kjønnshår, genitalia eller brystutvikling (Malina, 2014). Disse metodene bør ikke behandles som fasit, men kan gi en pekepinn på hvor i den biologiske utviklingsprosessen en person ligger.

Det har blitt hevdet at en vanlig oppfattelse er at ungdommer i vekst kan ha en periode der man har en dårligere koordinasjon enn ellers i livet, og derav kan bli oppfattet som mer klønete enn andre (Reilly et al., 2000, s. 675). Dette mistenkes å ha en sammenheng med den ulike vekstraten mellom ben og overkropp, der ett system kan vokse tidligere og/eller hurtigere enn det andre systemet (Reilly et al., 2000, s. 675). Det virker som om rundt 10 til 30 % av gutter i puberteten blir påvirket av dette, men effekten er flyktig og forbigående (Beunen & Malina, 1988). Om denne perioden med dårligere koordinasjon inntreffer i tidsrommet rundt en utvelgelsesprosess, kan det spekuleres i å ha store konsekvenser for en videre karriere i fotballen. Dette fordi dårligere koordinasjon kan føre til en forverret prestasjon all den tid fotball krever finmotoriske bevegelser både for fotballspesifikke aksjoner, men også for fysiske anstrengelser som for eksempel sprint, retningsforandringer og hopp. Prestasjonen kan dermed forverres og en talentfull spiller kan unnlates og velges bort mot en mindre talentfull spiller som er kommet lengre i modningsprosessen.

### *2.3.1 Biologisk modning i fotball*

I utvelgelsen av unge spillere kan man støte på en rekke ulike utfordringer. Relativ alderseffekt (Relative Age Effekt) er muligens blant de mest omtalte av utfordringene. Det er en bias som går ut på at utøvere født tidlig på året sannsynligvis kan nå puberteten tidligere i sitt alderskull og kan dermed bli prioritert framfor utøvere som er født senere på året og når puberteten senere (Cunha et al., 2016). Dette kan oppstå på bakgrunn av måten man organiserer lag og seriespill på. Ofte foregår det slik at det blir satt en start- og sluttdato for å avgrense årskullene, da gjerne 1. januar til 31. desember. Innad i årskullene kan det være betydelig større forskjeller i både kronologisk, men spesielt biologisk alder (Carling et al., 2009). Sannsynligheten for at man er kommet lengre i utviklingen når man er født tidligere på

året er til stede, og med det følger fordelene som en mer utviklet fysikk kan gi en fotballspiller (Helsen et al., 2000; Musch & Grondin, 2001; Malina et al., 2007).

Unge fotballspilleres fysiske kapasitet er relativt mye utforsket i litteraturen. Det som imidlertid ikke er like mye utforsket, er sammenhengen mellom den fysiske kapasiteten og modenhetsstatusen i denne populasjonen (Nobari et al., 2021). Ifølge en studie gjort av Malina fra 2014, er dette faktorer som burde bli inkludert fordi det antageligvis spiller en viktig rolle i en utøvers utvikling. I litteraturen spekuleres det i om det finnes en optimal periode i løpet av modningsprosessen der trening vil gi en økt effekt sammenlignet med ellers i livet. Det fremstår som relativt sikkert at funksjonelle kapasiteter som hjerte-, lunge- og muskelmasse øker underveis i puberteten, noe som igjen kan øke den atletiske prestasjonen underveis i modningsprosessen (Gabbett et al., 2014). En hypotese som er diskutert i litteraturen er den såkalte “trigger-hypotesen”. Den foreslår at en stor andel av økningen i treningseffekt sammenfaller med vekst i puberteten, da spesielt hos gutter, der de hormonelle forandringene skal ha en positiv effekt i forhold til treningseffekt. Det kan være så mye som en tilnærmet dobling i muskelmasse mellom 10- og 14-årsalderen (Gabbett et al., 2014). Balyi og Hamilton (2004) på sin side definerte denne effekten som et «vindu av akselerert adaptasjon til aerob trening og styrketrening». De hevder at det var mest framtrædende i alderen mellom 12 og 16 år (Balyi & Hamilton, 2004). Dette forklarte de på bakgrunn av økningen i muskelmasse og hemoglobin-innhold, i tillegg til utviklingen av det kardiovaskulære systemet og hormonelle forandringer i denne alderen (Balyi & Hamilton, 2004). Metabolske, hematologiske og hormonelle adaptasjoner til trening kan resultere i en forbedret effektivitet i den oksidative metabolismen, og understøtter påstanden om at ungdommer er velegnet til å tilpasse seg aerob trening (Boisseau & Delamarche 2012). Dette resulterer i VO<sub>2</sub>peak-nivåer lignende det man finner hos voksne i relative verdier, men ikke i absolutte verdier (Gabbett et al., 2014). Disse tilpasningene kan med stor sannsynlighet føre til en økt prestasjon på fotballbanen med tanke på relasjonen mellom VO<sub>2</sub>peak-nivåer og prestasjon (Cunha et al., 2016). Trenbarheten til VO<sub>2</sub>peak virker å være lavere hos barn enn hos ungdommer. Det blir spekulert i om VO<sub>2</sub>peak er mer sensitiv til aerob trening så fort PHV er nådd (Reilly, 2000, s. 675). Det har i andre studier blitt observert en trend med økende total løpsdistanse fra U13-nivå til U17-nivå hos unge eliteakademi fotballspillere (Buchheit et al., 2010). Studier har vist at maksimal forbedring av maksimalt oksygenopptak sammenfaller med PHV, og at det skjer en videre forbedring gjennom puberteten (Bailey et al., 1986). Dette kan tyde på at bedre prestasjon i utholdenhetsaktiviteter kan være relatert til



forbedret maksimalt oksygenopptak, og ikke bare en forbedret løpsøkonomi som tidligere er blitt foreslått (Yague & De La Fuente, 1998). Det har også blitt vist en sammenheng mellom den anaerobe kapasiteten til fotballspillere og PHV, der det i likhet med VO<sub>2</sub>peak fortsetter å forbedres etter PHV (Malina et al., 2004). Anaerob kapasitet øker også progressivt gjennom puberteten inntil en voksenstatus er nådd (Reilly et al., 2000, s. 675). Det har i tillegg blitt funnet en signifikant lineær korrelasjon mellom kronologisk alder og distanse for unge fotballspillere, der det ble konkludert med at spesifikk fysisk trening bør nedprioriteres fremfor tekniske ferdigheter fram til sent eller etter puberteten (Lindquist & Bangsbo, 1992). For unge fotballspillere er det observert en signifikant korrelasjon mellom VO<sub>2</sub>peak og kravene som stilles til utholdenhet i en fotballkamp. Forbedringene i VO<sub>2</sub>peak er assosiert med økt total distanse, antall involveringer med ball, høyt-intensitets aktiviteter i kamp, løpsøkonomi og arbeidsintensitet (Cunha et al., 2016).

For å teste utholdenhet på unge fotballspillere har Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1 (YYIR1) vist seg å ha veldig stor assosiasjon med høy-intensitets aktivitet under kamp hos unge fotballspillere (Castagna, 2010). YYIR1 utholdenhetstest har blitt utviklet for å vurdere, i dette tilfellet, fotballspilleres evne til å utføre repetert intensivt arbeid og spillernes potensiale til å restituere seg mellom de intensive arbeidene (Reilly et al., 2000, s. 673). Figueiredo et al., observerte derimot i sin studie at biologisk modning ikke kunne brukes som en prediktor for aerob form etter å ha tatt i bruk utholdenhetstesten «Yo-yo intermittent endurance test» på 143 fotballspillere i alderen 11 til 14 år (Cunha et al., 2016). Dette viser at det fortsatt mangler forskning på området for å kunne konkludere om biologisk modning kan brukes som en prediktor.

Den absolutte og relative anaerobe kraften er assosiert med forbedringer i muskelstørrelse, biokjemiske og nevrologiske adaptasjoner (Gabbett et al., 2014). Styrke hos ungdommer kan derimot øke disproporsjonalt med muskel hypertrofi. Dette kan komme av en mer optimal pennasjonsvinkel på muskel, forbedret motor-enhet rekruttering, koordinasjon, biokjemiske og hormonelle adaptasjoner (Gabbett et al., 2014). Økningen kan skje både som en følge av trening eller på grunn av den naturlige utviklingen og modningen som medfølger en normal pubertet. I løpet av puberteten oppstår som oftest det som betegnes som en “vekstspurt”. Denne kan variere både i timing og i tempo, men er assosiert med forbedringer i fysisk prestasjon som kan ligne den effekten som ofte blir observert etter en adaptasjon til trening har funnet sted (Wrigley et al., 2014). Den forholdsvise betydningen av fysisk trening kan

dermed være vanskelig å avgjøre under puberteten. Dette poenget er blitt underbygget av funn som indikerer økt hurtighet, power og utholdenhetsprestasjon blant tidlig modne junior fotballspillere (Wrigley et al., 2014) Det har også blitt diskutert om motoriske evner slik som ti meter sprint, agility og utholdenhet kan være mer avhengig av teknikk, nervesystemet og treningserfaring fremfor muskulær power og høyde (Itoh & Hirose, 2020)

#### *2.4 Elite vs. Ikke-elite*

Det er gjennomført studier der spillere fra eliteakademier har blitt sammenlignet med kontrollgrupper fra den øvrige befolkningen. I en studie gjort av Wrigley fra 2014 opplevde eliteutøverne en større forbedring i prestasjon sammenlignet med kontrollgruppen på samtlige tester. Philippaerts et al. (2006) opplevde ikke like stor fremgang blant eliteutøverne sammenlignet med kontrollgruppen i sin studie. Det er dog en litt eldre studie med andre tester enn det som ble brukt i Wrigley (2014). Philippaerts et al. (2006) baserte seg i stor grad på “Eurofit” standardiserte tester, som blant annet består av balanseøvelse (Flamingo balance), statisk overkroppsstyrke (Bent arm hang), situps med mer. Overføringsverdien fra Eurofit-testene til fotball kan diskuteres og kan være noe av årsaken til at det ble observert mindre forskjeller mellom elite- og kontrollgruppe i denne studien. Andre studier som Pittolis’ studie fra 2010, rapporterte heller ikke store forskjeller, men her var utøverne fra et regionalt nivå til forskjell fra elitenivå, som deltakerne i for eksempel Wrigleys studie ble oppgitt å være på. Det har blitt foreslått at noe av årsaken til den generelt større fremgangen på fysiske kapasiteter hos eliteutøvere sammenlignet med kontrollgrupper der utvalget ikke er på samme nivå, stammer fra langvarig systematisk trening (Carvalho et al., 2014). Utøvere fra lavere nivåer har ikke den samme tilrettelagte hverdagen som eliteutøvere sannsynligvis har. Det kan naturligvis være noe av grunnen til at de muligens ikke oppnår fremgang i like stor grad som utøverne på elitenivå. Asadis’ studie fra 2018 på sin side delte opp et semi-profesjonelt fotballakademi i enten trening eller kontrollgruppe, der treningsgruppen gjennomførte 6 uker med et plyometrisk treningsprogram før konkurransesesong. Deretter ble det testet i vertikal hopping, stående lengdehopp og 20 meter sprint. Treningsgruppen opplevde signifikante forbedringer på alle testene, mens kontrollgruppen på sin side viste ingen signifikante forbedringer (Asadi et al., 2018). Testbatteriet i denne studien var eksplosive tester, som det er sannsynlig at plyometrisk trening kan ha en effekt for. Det kan imidlertid tjene som et eksempel på overføringsverdi, samt et eksempel på at systematisk trening over en viss periode kan fremkalle forbedringer på spesifikke fysiske egenskaper. Gabbett understreker i sin review fra 2014 tenåringsgutters kombinerte kapasitet til å vokse,

trene og forbedre den fysiske prestasjonen samtidig. Her vises det til en god respons til trening i fotballmiljøet i form av generelt økt fysisk kapasitet (Gabbett et al., 2014). Det har til og med blitt foreslått, som nevnt tidligere, at den fysiologiske overlegenheten man ofte observerer blant elite junior fotballspillere kan være på grunn av langvarig systematisk trening. Dette fremfor en spillers genetiske evne eller forskjell i biologiske modenhets status (Wrigley et al., 2014). Baquet et al. gjorde i 2003 en review på effekten av aerob trening på barn og ungdommer for å undersøke effekten av studiedesign på ulike treningsmetoder. I studien ble det rapportert om signifikante forbedringer i VO<sub>2</sub>peak uavhengig av treningsfrekvens, varighet og programlengde. Det som imidlertid virker å være den avgjørende faktoren i designet av trening, er intensiteten. Resultatene fra studien indikerer at en intensitet på over 80% av maksimal hjertefrekvens er nødvendig for å skape forbedringer i VO<sub>2</sub>max (Baquet et al., 2003). Her kan det spekuleres i om treningsintensiteten blant eliteakademier oftere når en høyere intensitet. Desto høyere kvalitet på spillet, desto høyere intensitet kan man anta at det er på utøvelsen av spillernes bevegelser.

### *2.5 Oppsummering*

At fotball er en fysisk krevende idrett kommer tydelig frem av flere ulike studier gjort både på seniornivå og ungdomsnivå. En fotballspiller må kunne utnytte seg av både det aerobe og det anaerobe energisystemet i en fotballkamp. Saltin et al. (1973) viste blant annet at spillere som kan opprettholde en høyere arbeidsrate enn andre spillere gjennom en fotballkamp kan oppnå en fordel sammenlignet med spillere som ikke evner å opprettholde samme arbeidsrate. Aerob og anaerob utholdenhet spiller derfor en sentral rolle i fotballspilleres fysiske kapasitet i alle aldrer.

Hurtighet, akselerasjon, retningsforandringer og hopp høyde er av flere studier knyttet nært opp mot muskulær styrke. Når det gjelder utviklingen av muskulær styrke for unge fotballspillere, blir det i enkelte studier observert gode muligheter for utvikling ved hjelp av vektløfting, plyometrisk trening og kombinert trening. Forbedring i styrke før puberteten er derimot først og fremst på grunn av en forbedret nevro-muskulær koordinasjon. Rhodri et al., (2016), observerte en signifikant effekt på styrke etter en treningsperiode både for pre- og post-PHV på unge gutter. Andre funn tyder på at hurtighet, agility, maksimal anaerob kraft, eksplosiv power, utholdenhet, fotballrelaterte ferdigheter og fysisk modenhet kan være indikatorer på om man har suksess i form av å bli profesjonell fotballspiller.

Viktigheten av biologisk modning når man jobber med unge fotballspillere blir understreket ved ulikhetene i prestasjon flere av studiene rapporterer. Rollen biologisk modning spiller når det gjelder vurderingen og utvelgelsen av unge fotballspillere, kan illustreres ved problematikken rundt den relative alderseffekten. Det er paradoksalt at majoriteten av fotballspillere på yngre landslag er født i de tidligste kvartalene av året, mens i de senere kvartalene er det størst prosentandel som lyktes med å bli profesjonelle fotballspillere. Dette kan gi en indikasjon på at unge fotballspillere velges på bakgrunn av midlertidig fysiologisk overlegenhet fremfor talent. Derfor kan det være både relevant og viktig for alle involverte i utviklingen av unge fotballspillere med kunnskap om sammenhengen mellom den biologiske modningen og fysiske kapasiteten til unge fotballspillere.

### **3. Metode**

#### *3.1 Forsøkspersoner*

Denne studien er en del av et større prosjekt ved NIH. Det var i den totale studien inkludert 169 gutter og jenter fordelt i tre aldersgrupper på 13, 15 og 17 år med aktive fotballspillere, der 75 gutter i årsklassene 2006 og 2008 ble brukt i denne oppgaven. Spillerne ble rekruttert fra nærliggende fotballklubber. Alle 75 antall spillere gjennomførte hele eller deler av testbatteriet. Når det ikke ble gjennomført test var subjektene enten hindret av skader og derfor uaktuelle for testing eller som i noen tilfeller, frarådet fra å gjennomføre av hensyn til skaderisiko. Det ble tilfeldig valgt ut 50 deltagere til belastningsmonitorering ved hjelp av GPS målinger som ble foretatt både under kamp og på trening. I tillegg gjennomførte 50 deltakere DXA-scan for undersøkelse av modningsstatus. Resultatene fra DXA-scan krever spesialist analyse og vil derfor ikke bli inkludert i denne oppgaven. Derimot vil det bli regnet ut PHV ved hjelp av Mirwalds utregning (Mirwald et al., 2002).

Deltakerne har i tråd med Helsinki deklarasjonen signert samtykkeskjema. Studien er og godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) i tillegg til intern etisk komite ved Norges Idrettshøgskole.

#### *3.2 Studiedesign*

Studien er en tverrsnittstudie som vil ta utgangspunkt i data samlet inn i første periode av den longitudinelle studien. Datagrunnlaget er samlet inn fra slutten av september fram til midten av desember 2021. Testene ble gjennomført med stipendiat til stede sammen med masterstudent, vitenskapsassistenter og veileder, alt fra 2-6 personer var til stede avhengig av gruppestørrelse og mulighet til deltagelse. Deltagerne var i aktiv kampsesong underveis i testperioden. Yo-Yo Intermittent Revovey test level 1 (YYIR1) ble gjennomført etter styrketestene når tid, men ofte på separate dager grunnet dårlig tid eller plass. DXA-scan for undersøkelse av biologisk modning ble utført på 50 subjekter mot slutten av testperioden av enten stipendiat eller masterstudent. Sesongslutt var ulikt for de forskjellige lagene grunnet aldersforskjellene, det ble derfor gjort prioriteringer i rekkefølgen slik at testingen av fysiske parametere ble gjort i konkurransesesong.

#### *3.3 Antropometri*

Det ble foretatt målinger av de antropometriske målene høyde, sittende høyde og kroppsmasse. Deltakerne ble målt kun iført shorts, t-skjorte og ingen sko. For høyde og

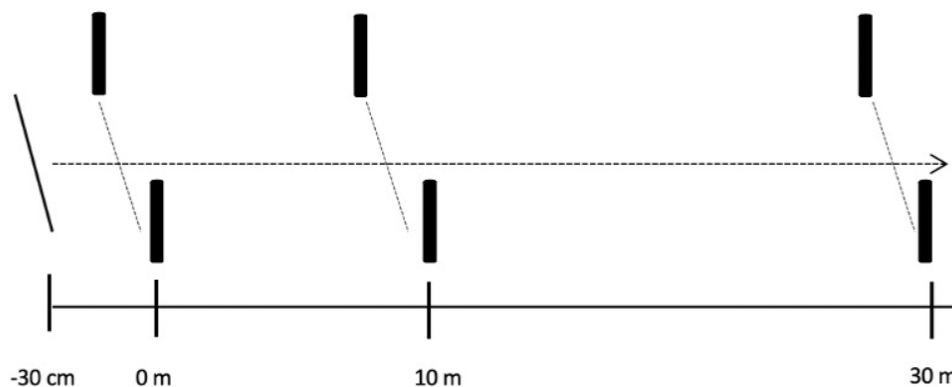
sittende høyde ble det brukt et stadiometer (Seca, Hamburg, Tyskland) målte til nærmeste 0.1 cm. For kroppsmasse ble det brukt en digital skala (Seca, Hamburg, Tyskland) til nærmeste 0.1 kg. Alle antropometriske målinger ble foretatt to ganger og gjennomsnittet regnes ut i fra resultatene. Om forskjellen mellom de to målingene var 4 mm eller mer ble en tredje måling utført, der medianen anvendes (Mirwald et al., 2002). Høyde og sittende høyde vil ble brukt til å forutsi alder og avvik fra alder for “peak height velocity” som vist av Mirwald et al. (2002).

### *3.4 Testbatteri*

Testene foregikk på styrkerommet til Norges idrettshøgskole samt gymsalen for YYIR1. Det ble først gjennomført en standardisert oppvarming på ca. 10 min for å sikre like forutsetninger mellom gruppene. Deretter ble det utført 30 m. lineær sprint-test etterfulgt av OLT40 retningsforandring. Det var cirka 2-3 min pause mellom de to ulike testene. Gruppen ble så delt opp i enten 2 eller 3 mindre grupper avhengig av gruppestørrelsen for gjennomførelse av; keiser benpress, svikthopp på kraftplattform, hofte adduksjon og abduksjon, skulderrotasjon, nordboard og Yo-Yo IR1 til slutt. Rekkefølgen var Keiser – Svikthopp – Hofte/skulder - Keiser. Der gruppene startet enten med Keiser, Hofte add- og abduksjon eller svikthopp på kraftplattform og gikk videre i nevnte mønster.

### *Sprint 30 m.*

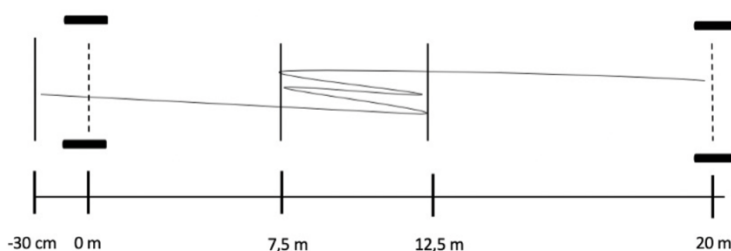
Hurtighet ble testet med 30 meters lineær sprint-test. Målingene ble gjort på både 10 og 30 meter. Testdeltakerne stod stille på en oppmålt strek nøyaktig 30 centimeter bak linjen der målingen starter. Deretter startet deltakeren på eget initiativ uten å bevege kroppen bakover. Start og slutt ble målt automatisk med treningssenterets lasersystem. Deltakerne fikk tre forsøk, med mindre de gjorde det betydelig bedre på det siste forsøket. Da ble det bli gitt et ekstra forsøk om ønskelig. Det var 3-5 minutters hviletid mellom hvert forsøk. Studien brukte testsystemet: “Athletics training selftimer dual beam photocells” (IC control Media & Sport, Sverige). 30 meters sprint test har en intraklassekorrelasjon (ICC) på 0.90-0.97 blant unge fotballspillere (Coelho et al., 2015; Lopez-Segovia et al., 2015; Loturco et al., 2015).



**Figur 1:** 30 m. sprint test. Første linje til venstre representerer startstrek. Tjukke strekene representerer fotocellene.

#### Retningsforandring (OLT40 Agility test)

Evnen til hurtig retningsforandring ble testet ved en modifisert versjon av A180°, beskrevet av Sporis et al. (2010). Den bestod av en 12.5 meters lineær sprint, deretter ble det utført fire 180° svinger med fem meters mellomrom. Alle svingene ble gjort på samme fot. Deltakerne avsluttet på 20 meters linjen, som resulterte i totalt 40 meter med løping. Her ble det bli gitt fire forsøk, to med den dominante foten og to med ikke-dominant fot. Også her var det 3-5 minutters hviletid mellom hvert forsøk. OLT40 agility test har en ICC på 0.94, og er velegnet og reliabel for testing av evnen til retningsforandringer hos fotballspillere (Sporis et al., 2010).



**Figur 2:** OLT40 Agility test. Første linje til venstre representerer startstrek. Tjukke linjer i enden representerer fotocellene.

#### Hopp høyde (Svikthopp)

Vertikal hopp høyde ble testet ved hjelp av svikthopp utført på en kraftplattform (HUR Labs Oy, Tampere, Finland). Instruksene i forkant handlet om blant annet hoppteknikk og å hoppe så hurtig og kraftfullt som mulig etter svikten. Deltakeren ble gitt beskjed om å holde benene

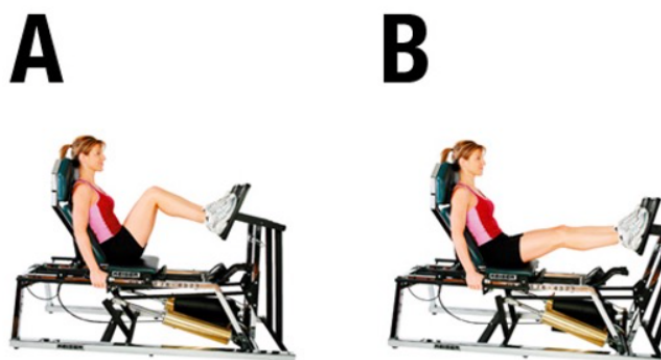
strake gjennom hele hoppet. Det ble gitt instruksjoner om å stå stille på kraftplattformen med hendene på hoften for deretter å utføre svikthoppet. Utøveren avgjorde selv hvor dypt ned han eller hun ønsket å gå i sviktfasen. Det beste resultatet etter tre forsøk var gjeldende. Høyde ble kalkulert fra take-off hastigheten og er regnet som en reliabel målemetode, med en ICC på  $>0.90$  (Heishmann et al., 2018).



**Figur 3:** *Counter movement jump.*

#### *Keiser benpress*

Keiser benpress (Keiser A300, Keiser Co. Inc) ble brukt for å måle underkroppsstyrke og kraftutvikling. Det ble gjennomført tilvenning gjennom seks oppvarmings repetisjoner. De tre første ble gjennomført sakte og kontrollert, deretter fulgte tre repetisjoner så hurtig som overhodet mulig. Selve testen gjennomførtes med 10 repetisjoner med progressivt økende belastning og tid mellom repetisjonene. Motstanden ble økt gradvis med samme prosentintervall for hver repetisjon fram til man nådde maksimal motstand. Alle repetisjonen skulle gjøres med maksimal innsats og testen var over når en deltaker ikke lenger klarte å fullføre en belastning. Dataene ble analysert gjennom Keiser Air 420 software (Versjon 9.3.42). Testen har tidligere vist god reliabilitet ( $ICC > 0.86$ ) for vurdering av maksimal styrke og kraftutvikling for bein hos fotballspillere (Redden et al., 2018).

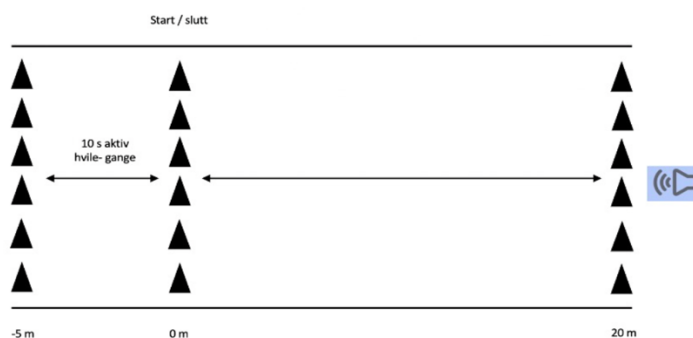


**Figur 4:** *Karine Larose (2012). Compressed Air Machines: Quick and Efficient!*



### *Utholdenhet (Yo-Yo Intermittent Recovery 1-test)*

Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1 er en intervallbasert løpstest med økende hastighet mellom intervallene. Deltakerne løp 20 meter, for deretter å snu og løper tilbake til startlinjen. Deretter var det en 10 sekunders aktiv gående pause før neste intervall begynte. Starthastigheten er på 10 km/t og øker gradvis som deltakerne fullførte nivåene. Når de ikke lenger klarte å fortsette eller fikk 2 advarsler var testen over. Advarsel ble gitt når enten: deltakeren starter før signalet er gitt, ikke når motsatt side, eller ikke er tilbake innen det siste signalet er gitt. Testen har god reliabilitet med en ICC på 0.87-0.95 (Deprez et al., 2015).



**Figur 5:** Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1. Starter fra venstre mot høyre.

### *3.5 Statistiske analyser*

Samtlige utregninger er utført ved bruk av Microsoft Excel Versjon 16.55. Resultatene er presentert som gjennomsnitt  $\pm$  SD. Sammenheng mellom testresultater på prestasjonstestene og PHV eller Alder er gjort med Pearsons produkt-moment korrelasjonsanalyse. Størrelsen på korrelasjonene ble basert etter:  $<0,10$  triviell,  $0,10-0,29$  liten,  $0,30-0,49$  moderat,  $0,50-0,69$  sterk,  $0,70-0,89$  veldig sterk,  $>0,90$  tilnærmet perfekt (Cohen 1988). For utregning av p-verdi er det brukt enkel lineær regresjonsanalyse. Signifikansnivå er satt til  $p < 0,05$ . Uavhengig paret tohalet t-test er brukt for å undersøke om det var signifikante forskjeller mellom prestasjonstestene samt antropometriske variabler og PHV. For å avgjøre størrelsen på forskjellene ble det regnet ut Cohen `d effektstørrelse (ES). ES ble vurdert ut fra følgende:  $<0,20$  = triviell,  $0,20-0,59$  = liten,  $0,60 - 1,19$  = moderat,  $1,2 - 1,99$  = stor og  $>2,00$  veldig stor (Hopkins et al., 2009).

## 4. Resultater

### 4.1 Gjennomsnittsverdier, standardavvik og effektstørrelse

Gjennomsnittresultater og standardavvik for variablene; Alder, PHV, Vekt, Høyde og Sittende høyde for de to aldersgruppene 2008 og 2006 er presentert i tabell 1. Samtlige gjennomsnittresultater er signifikant forskjellige fra hverandre ( $P = <0,05$ ), med en effektstørrelse fra stor (1,2-1,99 ES) til veldig stor ( $>2$  ES). For alder og PHV observerer vi en «veldig stor» effektstørrelse mens for vekt, høyde og sittende høyde på sin side observerer vi en «stor» effektstørrelse.

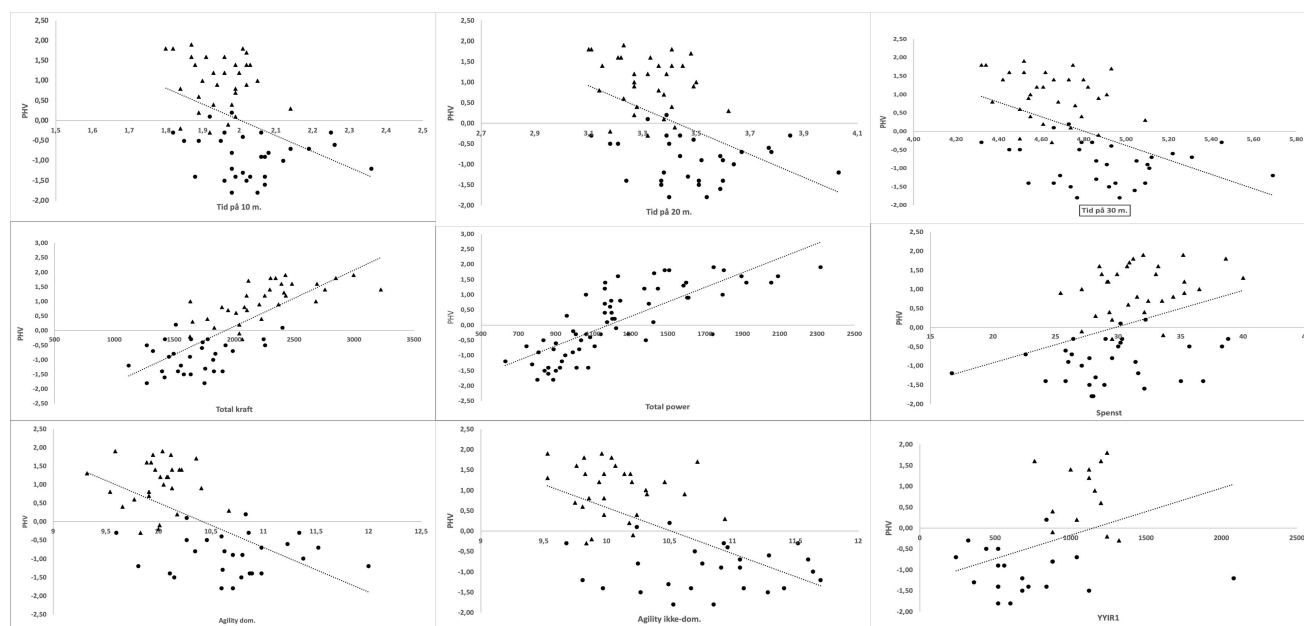
Alle forskjellene i gjennomsnittresultatene fra tabell 2 er statistisk signifikante ( $P = <0,05$ ). YYIR1 er den variabelen med den største prosentvise forskjellen mellom gruppene (% forskjell=49,14%), etterfulgt av Total power (% forskjell=46,90 %) og Total kraft (% forskjell=35,10%). Hurtighetstestene 10, 20 og 30 meter viste minst prosentvis forskjell mellom gruppene med henholdsvis 5,7, 6,0 og 6,0 % forskjell. Av de resterende forskjellene viste spenst 9,0 %, agility dominant fot 7,2% og agility ikke-dominant fot 8,2% forskjell mellom gruppene. Figur 6 og 7 er XY- plot som viser en grafisk fremstilling av sammenhengen mellom prestasjon på prestasjonstestene og henholdsvis alder og PHV.

**Tabell 1:** Resultater (Gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) for begge årsklassene og samlet. Alder = År; PHV= Peak height velocity; Vekt= Kilo; Høyde og sittende høyde=Centimeter; ES= Cohens` d effektstørrelse.

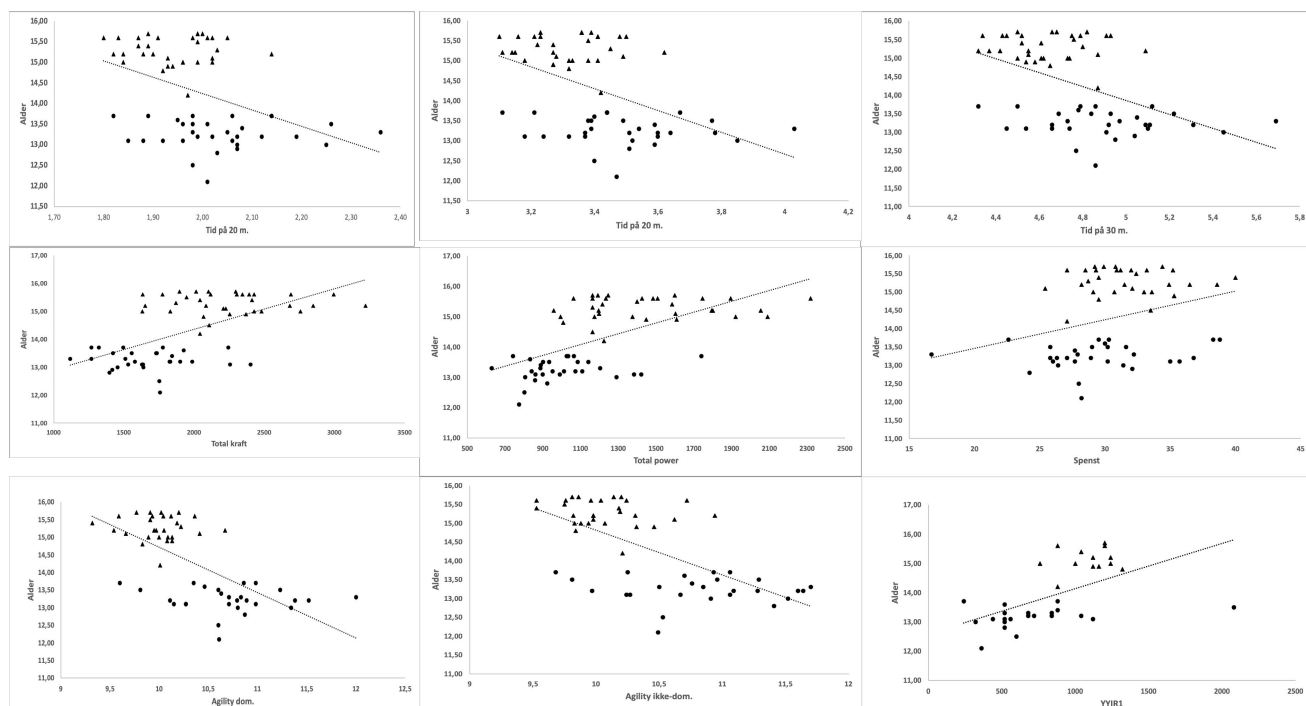
Variabel	Årsklasse			
	2008	2006	ES	Samlet
Alder	13,24 $\pm$ 0,36	15,28 $\pm$ 0,35	5,74	14,35 $\pm$ 1,08
PHV	- 0,89 $\pm$ 0,55	1,04 $\pm$ 0,63	3,26	0,16 $\pm$ 1,14
Vekt	46,70 $\pm$ 7,82	61,04 $\pm$ 9,73	1,62	55,09 $\pm$ 11,45
Høyde	160,48 $\pm$ 7,08	174,35 $\pm$ 7,22	1,93	168,54 $\pm$ 9,97
Sittende høyde	136,31 $\pm$ 4,08	144,05 $\pm$ 4,18	1,87	140,81 $\pm$ 5,67

**Tabell 2:** Resultater (Gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) for begge årsklassene. *m*=meter; *YYIR1*=Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; *ES*= Cohens *d* effektstørrelse; % forskjell=prosentvis forskjell mellom gruppene.

Test	2008	2006	<i>P</i> - verdi	<i>ES</i>
	Gjennomsnitt $\pm$ SD	Gjennomsnitt $\pm$ SD		
10 m.	2,04 $\pm$ 0,12 (n= 31)	1,93 $\pm$ 0,08 (n= 38)	0,001	1,07
20 m.	3,5 $\pm$ 0,2 (n= 31)	3,3 $\pm$ 0,12 (n= 38)	0,001	1,21
30 m.	4,9 $\pm$ 0,29 (n= 31)	4,62 $\pm$ 0,18 (n= 38)	0,001	1,16
Total kraft	1652,9 $\pm$ 316,8 (n= 31)	2233 $\pm$ 367 (n= 41)	0,001	1,69
Total power	988,8 $\pm$ 239,4 (n= 31)	1452,5 $\pm$ 342,8 (n= 41)	0,001	1,56
Agility dominant	10,73 $\pm$ 0,51 (n= 28)	10,01 $\pm$ 0,29 (n= 35)	0,001	1,73
Agility ikke - dominant	10,82 $\pm$ 0,55 (n= 27)	10 $\pm$ 0,31 (n= 36)	0,001	1,83
YYIR1	716,6 $\pm$ 376,8 (n= 24)	1068,8 $\pm$ 236,3 (n= 18)	0,001	1,11
Spent	29,2 $\pm$ 4,6 (n= 31)	32,11 $\pm$ 3,3 (n= 39)	0,004	0,72



**Figur 6:** XY-plot for sammenhengen mellom prestasjon og PHV.



**Figur 7:** XY-plot for sammenhengen mellom prestasjon og alder.

#### 4.2 Korrelasjon mellom variabler

Korrelasjon i prestasjon mellom testene for årsklassene 2008 og 2006 er presentert i tabell 3 og 4. Begge årsklassene samlet er presentert i tabell 5. Tabellen er fargekodet med mørk rødfarge for «tilnærmet perfekt korrelasjon» (0,90-1,0), lys rødfarge for «veldig sterk korrelasjon» (0,70-0,89), Gul farge for «sterk korrelasjon» (0,50-0,69), grønn farge for «moderat korrelasjon» (0,30-0,49), grå farge for «liten korrelasjon» (0,10-0,29) og til slutt ingen farge for «triviell korrelasjon» (< 0,10). Den sterkeste korrelasjonen for begge årsklassene finnes mellom variablene for hurtighetstestene (10 m., 20 m. og 30 m.). Der det er en tilnærmet perfekt positiv korrelasjon mellom testene. Det samme gjelder for årsklassene samlet. Fordelingen mellom årsklassene for variabler med veldig sterk korrelasjon er henholdsvis 2 for 2006 årsklassen og 11 for 2008 årsklassen, der ingen av korrelasjonene matcher hverandres korrelasjoner. Begge årsklassene samlet observerer vi 4 sterke korrelasjoner. Graden av korrelasjon mellom Total kraft og Total power samstemmer med 2006 årsklassen der begge klassifiseres som «veldig sterk korrelasjon» (2006  $r=0,87$ ; Samlet  $r=0,88$ ). For 2008 årsklassen er det spenst korrelert med 10 m., 20 m. og 30 m. med en «sterk

negativ korrelasjon» i likhet med samlet årsklasse. (2008  $r = -0,79, -0,84, -0,84$ ; Samlet  $r = -0,73, -0,78, -0,79$ ). Alle veldig sterke korrelasjoner var statistisk signifikante ( $p < 0,05$ ). Videre ble det observert 12 sterke korrelasjoner i 2006 årsklassen, mens i 2008 årsklassen ble det observert 3 «sterke korrelasjoner». Alle «sterke korrelasjoner» i 2006 årsklassen var korrelasjoner gjort med en av hurtighetsvariablene (10 m., 20 m. og 30 m.), mens både for årsklassen 2008 og samlet årsklasse var det en mer tilfeldig fordeling. Alle sterke korrelasjoner var statistisk signifikante ( $p < 0,05$ ).

Av «moderate korrelasjoner» ble det observert 11 korrelasjoner, der 8 er statistisk signifikante. For 2008 årsklassen er det 12 observerte «moderate korrelasjoner», der 9 er statistisk signifikante. I begge årsklassene samlet observerer vi 10 «moderate korrelasjoner», mens 9 er statistisk signifikante. I årsklassen 2006 var det 5 korrelasjoner som betegnes som «liten korrelasjon», 2008 årsklassen hadde på sin side 4 antall «liten korrelasjoner». Årsklassene samlet var det 1 korrelasjon som var «liten». Samtlige av «liten korrelasjoner» var ikke statistisk signifikante ( $p > 0,05$ ).

Til sammen ble det observert en liten forskjell i antall signifikante resultater mellom årsklassene, der det i 2006 var 25 statistisk signifikante resultater, og 27 statistisk signifikante resultater ble observert i 2008 årsklassen. I begge årsklassene samlet ble det observert 34 statistisk signifikante korrelasjoner.

**Tabell 3:** Korrelasjonsplott (pearson's  $r$ ) for årsklassen født i 2006. m. = meter; \* = statistisk signifikant sammenheng ( $p < 0,05$ ); YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; Agility dom. = Agility dominant fot; Agility ikke – dom. = Agility ikke – dominant fot

Årsklasse: 2006	10 m.	20 m.	30 m.	Total kraft	Total power	Spenst	Agility dom.	Agility ikke-dom.	YYIR1
10 m	1								
20 m	0,97*	1							
30 m	0,93*	0,98*	1						
Total kraft	-0,35*	-0,37*	-0,45*	1					
Total power	-0,26	-0,27	-0,33*	0,87*	1				
Spenst	-0,50*	-0,58*	-0,60*	0,46*	0,45*	1			
Agility dom.	0,63*	0,65*	0,63*	-0,07	0,02	-0,38*	1		
Agility ikke-dom.	0,58*	0,63*	0,64*	-0,22	-0,13	-0,43*	0,76*	1	
YYIR1	-0,66*	-0,66*	-0,64*	-0,02	-0,42	0,38	-0,23	-0,44	1

**Tabell 4:** Korrelasjonsplott (pearson`s r) for årsklassen født i 2008. m. = meter; \* = statistisk signifikant sammenheng ( $p < 0,05$ ); YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; Agility dom. = Agility dominant fot; Agility ikke – dom. = Agility ikke – dominant fot

Årsklasse: 2008	10 m.	20 m.	30 m.	Total kraft	Total power	Spent	Agility dom.	Agility ikke – dom.	YYIR1
10 m	1								
20 m	0,99*	1							
30 m	0,95*	0,99*	1						
Total kraft	-0,39*	-0,41*	-0,43*	1					
Total power	-0,46*	-0,49*	-0,48*	0,69*	1				
Spent	-0,79*	-0,84*	-0,84*	0,40*	0,54*	1			
Agility dom.	0,83*	0,84*	0,84*	-0,48*	-0,45	-0,72*	1		
Agility ikke-dom.	0,78*	0,82*	0,83*	-0,36	-0,36	-0,73*	0,91*	1	
YYIR1	-0,19	-0,22	-0,24	0,002	0,09	0,26	-0,42*	-0,50*	1

**Tabell 5:** Korrelasjonsplott (pearson's  $r$ ) for årsklassene samlet. *m.* = meter; \* = statistisk signifikant sammenheng ( $p < 0,05$ ); YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; Agility dom. = Agility dominant fot; Agility ikke – dom. = Agility ikke – dominant fot

Årsklasse: Samlet	10 m.	20 m.	30 m.	Total kraft	Total power	Spent	Agility dom.	Agility ikke – dom.	YYIR1
10 m.	1								
20 m.	0,98*	1							
30 m.	0,96*	0,99*	1						
Total kraft	-0,52*	-0,57*	-0,60*	1					
Total power	-0,49*	-0,54*	-0,55*	0,88*	1				
Spent	-0,73*	-0,78*	-0,79*	0,52*	0,55*	1			
Agility dom.	0,42*	0,47*	0,48*	-0,60*	-0,53*	-0,41*	1		
Agility ikke-dom.	0,55*	0,59*	0,60*	-0,59*	-0,54*	-0,55*	0,92*	1	
YYIR1	-0,42*	-0,46*	-0,47*	0,32	0,28	0,39*	-0,56*	-0,53*	1

#### 4.3 Modning og prestasjon

Korrelasjonen mellom PHV eller alder og de ulike testvariablene er presentert i tabell 6 for begge årsklassene. Her observerer vi fire moderate korrelasjoner, der PHV korrelert med Total kraft og Total power er statistisk signifikante korrelasjoner (Total kraft  $r=0,47$  og Total power  $r=0,36$ ). Det er også observert en liten korrelasjon mellom PHV og 10 m., 20 m., Spent og YYIR1, men ingen av de nevnte er statistisk signifikante ( $p > 0,05$ ). Når det kommer til Alder er det en liten korrelasjon med YYIR1, Total kraft og Total power, men ingen statistisk signifikante korrelasjoner er observert for Alder i 2006 årsklassen.

For årsklassen 2008 er PHV korrelert med Total power en sterk statistisk signifikant korrelasjon ( $r=0,62$ ). PHV korrelert med Total kraft er en moderat korrelasjon, men ikke en statistisk signifikant korrelasjon. Spent, 10 m., 20 m. og 30 m. er viser liten korrelasjon som ikke er statistisk signifikante. For variabelen Alder i 2008 årsklassen er det observert en sterk negativ korrelasjon med Total kraft ( $r = -0,66$ ), men denne er ikke statistisk signifikant. Videre



er det en moderat korrelasjon mellom Alder og YYIR1 ( $r=0,33$ ) som ikke er statistisk signifikant. Til slutt er det en liten og ikke statistisk signifikant korrelasjon mellom Alder og Total power, Spenst, Agility dominant fot og 30 m.

**Tabell 6:** Viser korrelasjon mellom PHV eller Alder og ulike testvariabler. PHV = Peak height velocity; m. = meter; Agility dom. = Agility dominant fot; Agility ikke – dom. = Agility ikke – dominant fot; \* = statistisk signifikant korrelasjon. YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1.

Test	10 m.	20 m.	30 m.	Total kraft	Total power	Spenst	Agility dom.	Agility ikke - dom.	YYIR1
<b>2006</b>									
PHV	-0,17	-0,24	-0,30	0,63*	0,68*	0,29	-0,02	-0,14	-0,10
Alder	-0,01	0,06	-0,07	0,19	0,11	-0,00	-0,06	-0,17	0,17
<b>2008</b>									
PHV	-0,10	-0,14	-0,13	0,35	0,62*	0,20	-0,08	-0,11	-0,04
Alder	-0,04	-0,09	-0,10	-0,06	0,24	0,15	-0,15	-0,14	0,33
<b>Samlet</b>									
PHV	-0,41*	-0,48*	-0,49*	0,75*	0,78*	0,36*	-0,56*	-0,58*	0,46*
Alder	-0,39*	-0,47*	-0,48*	0,65*	0,61*	0,30*	-0,64*	-0,63*	0,54*

## 5. Diskusjon:

Hovedfunnene i denne oppgaven var at den eldste gruppen presterte bedre i samtlige av prestasjonstestene, der de største observerte forskjellene var i benstyrketestene Total kraft og Total power, samt utholdenhetstesten YYIRL1. I tillegg ble det observert at den eldste gruppen var kommet lengst i modningsprosessen med større og tyngre kropper sammenlignet med den yngre gruppen. Forskjellene var statistisk signifikante mellom gruppene med effektstørrelser fra «stor» til «veldig stor».

Det ble funnet en sterk korrelasjon i enkelte av prestasjonstestene som ble korrelert mot PHV. Der to av korrelasjonene statistisk signifikante for 2006 aldersklasse og en for 2008 aldersklassen. Når vi slår de to aldersklassene sammen er samtlige korrelasjoner statistisk signifikante. Vi ser en trend på XY-plottene mot at en mer moden status gir bedre prestasjoner. Da spesielt når korrelert med PHV.

Effektstørrelsen mellom de to gruppene varierte fra «stor» til «veldig stor» på samtlige tester. Den yngste gruppen viste til sterkest korrelasjon mellom testene, men med små forskjeller fra den eldste gruppen. De to gruppene samlet har flest statistisk signifikante resultater på korrelasjon.

### 5.1 Gjennomsnittresultater

#### 5.1.1 Antropometriske faktorer

Den eldste av de to gruppene ble registrert å ha en større kroppstørrelse enn den yngste gruppen. Subjektene i denne gruppen var både tyngre og høyere med statistisk signifikante forskjeller observert mellom gruppene ( $p < 0,05$ ). Denne observasjonen sammenfaller bra med det faktum at vekstspurten for gutter skjer omtrent mellom 10 og 14 års alderen. Dette vil da resultere i en større, mer moden kropp (Malina et al., 2004). Det gir en indikasjon på at populasjonen i denne studien faller innenfor hva som kan være forventet for normal vekst og innenfor normalt tempo på modning. Med vekstspurten følger PHV, som er definert som det tidspunktet der vekstraten er på sitt høyeste (Malina, 2014). Gil et al. (2007) viste i sin studie at de som ble valgt ut i snitt var høyere og tyngre sammenlignet med de som ikke ble valgt ut. Den eldste gruppen hadde en alder på  $15,28 \pm 0,35$  år, mens den yngste gruppen ble registrert å til å være  $13,24 \pm 0,36$  år gamle. Dette viser at det i snitt er cirka 2 års differanse mellom de to gruppene. Gitt det vi vet om puberteten, vekst og modning i dette aldersspennet kan

forskjellene i kroppsstørrelse sies å være som forventet. Innad i gruppene er ikke forskjellene mellom de som er tidligst ute i modningen like tydelig forbundet med en økning i vekst, men det er indikasjoner på det.

Det er vist av tidligere studier at gutter som er tidlig modne i snitt er høyere og tyngre enn kronologisk jevnaldrende (Cumming et al., 2017). Mens det innenfor en gruppe av lik kronologisk alder er vist at det kan være stor variasjon i timing på modning (Malina, 2014; Philippaerts et al., 2006). Denne studien bruker samme formel for utregning av PHV som flere andre studier for å kunne avgjøre hvor i den biologiske modningsprosessen subjektene ligger (Philippaerts et al., 2006; Rhodri et al., 2016; Asadi et al., 2018) Starten av PHV er et referansepunkt som innebærer viktig informasjon om trening av en utøvers energisystem og sentralnervesystem, uavhengig av kronologisk alder (Istvan). En begrensning ved bruk av en antropometrisk formel, er at kronologisk alder på ingen måte er en perfekt markør for biologisk modenhet. Konsekvensene av dette kan være fordeler for de som er større av vekst (Reilly et al., 2000). Den eldste gruppen ble observert å være  $1,04 \pm 0,63$  år etter PHV, mens den yngste gruppen ble observert å være  $-0,89 \pm 0,55$  før PHV. Dette underbygger igjen forskjellene i kroppsstørrelse mellom gruppene og plasserer utvalget i studien innenfor en normal vekstrate. Det er i litteraturen observert muligheten for store forskjeller for tidspunktet når PHV inntreffer for gutter. Tidlige utviklede gutter kan nå PHV så tidlig som i 10 – års alderen, mens sent utviklede kan ende med å ikke nå PHV før de er rundt 16 år gamle (Armstrong & Welsman, 2002). Dette har å gjøre med timing på modningsprosessen. Som har vist seg å ha en positiv korrelasjon med kroppsstørrelse i studier av unge fotballspillere (Figueiredo et al., 2010).

### *5.1.2 Gjennomsnittsverdier for prestasjonsvariabler*

YYIR1 er testen som viser den største prosentvise forskjellen mellom de to aldersklassene (49,1%). Med en stor effektstørrelse på forskjellene mellom aldersklassene ( $ES=1,11$ ). En økning av aerob kapasitet er velkjent i litteraturen der flere studier rapporterer om forbedringer underveis i modningsprosessen (Gabbett et al., 2014; Wrigley et al., 2014). Den store prosentvise forskjellen mellom aldersklassene kan ha en sammenheng med relativt få subjekter i testmaterialet (2008:  $n=24$ , 2006:  $n=18$ ).

Deretter følger Total power og Total kraft like etter (46,9% og 35,1%). Også for disse observerer vi store effektstørrelser (Total power:  $ES = 1,56$ ; Total kraft:  $ES = 1,69$ ). Den

hormonelle forandringen som følger puberteten for unge gutter kan være en av grunnene til den store forskjellen mellom aldersklassene på styrkeparameterne Total power og Total kraft. Det kan oppstå opp imot en dobling av muskelmasse mellom 10- og 14-årsalderen i følge Gabbett et al. (2014). En slik utvikling kan mest sannsynlig føre til økt prestasjon i Keiser benpress og dermed de resultatene vi observerer i denne studien. Resultatene for spenst-testen viser en forskjell på 9,0% mellom årsklassene, med en moderat effektstørrelse ( $ES=0,72$ ). Agility test med dominant fot og ikke-dominant fot viste lignende prosentvise forskjeller mellom årsklassene med henholdsvis 7,2% for dominant fot og 8,2%. Her var effektstørrelsen mellom gruppene stor (Dominant fot:  $ES= 1,73$ ; Ikke-dominant fot:  $ES= 1,83$ ). Towlson et al. (2018) observerte i sin studie en lineær progresjon fra omtrent 10-års alderen til omtrent 16 års alderen på hopp høyde ved bruk av counter movement jump (CMJ) på kraftplattform, samme test brukt i denne studien. Det ble derimot ikke observert noen akselererte faser gjennom studien til Towlson et al. på denne egenskapen. Det samme var gyldig for agility og utholdenhet i samme studien. I denne studien har det som nevnt blitt observert relativt store forskjeller mellom aldersgruppene for benstyrke. Med tanke på muskulær power og kraft sin rolle i å skape effekt kan det tenkes å være noe selvmotstridende. Det er derimot diskutert i litteraturen om spesifikke motoriske evner kan være mer avhengig av teknikk enn muskulær power (Itoh & Hirose, 2020). Dette kan være med på å forklare hvorfor forskjellene mellom gruppene ikke er større, sammenlignet med forskjellene i styrke.

Forskjellene mellom aldersklassene i 10 meter, 20 meter og 30 meter hurtighet er relativt små målt i prosent, sammenlignet med flere av de andre testene. Dette kan forklares ved måling av hurtighet sin særegenhet. Desto mindre marginene man måler ved er, desto mindre fremstår den prosentvise forskjellen. Det kan illustreres best med at en endring på 0,1 sekund på 40 meters sprinttest kan utgjøre så mye som 0,7 meter. Dette kan være forskjellen på om man vinner eller taper en viktig duell (Tønnesen et al., 2011). Forskjellen mellom aldersklassene er derimot statistisk signifikante ( $P=<0,05$ ). Det har av andre studier som for eksempel Goto et al. (2019) også blitt observert signifikant bedre resultater for unge fotballspillere som var kommet lenger i modningsprosessen, noe som samsvarer bra med resultatet i denne studien.

### *5.2 Korrelasjon mellom PHV, Alder og prestasjon*

Det ble i denne studien brukt PHV regnet ut ved hjelp av Mirwalds' utregning for å kunne fastslå graden av biologisk modning. Av statistisk signifikante korrelasjoner for de to aldersklassene er det Total kraft og Total power korrelert med PHV og Total power og PHV.

Noe av årsaken her kan ha med at det var flere som gjennomførte disse testene enn flere av de andre testene, noe som kan gi en større statistisk styrke i testingen. Dette kan antydes når man ser på resultatene for de to aldersgruppene samlet, der samtlige resultater viste seg å være statistisk signifikante. I tillegg til at Total power og Total kraft korrelert med PHV var statistisk signifikante viste de også til de sterkeste korrelasjonene, med en «sterk» korrelasjon for begge. For aldersgruppen 2008 var korrelasjonen mellom Total power og PHV «sterk». Det ble ikke observert noen signifikante korrelasjoner for kronologisk alder for de to aldersgruppene, mens det her er observert flere for gruppene samlet. At de nettopp er Total power og Total kraft som viser til den klareste sammenhengen mellom biologisk modning og prestasjon sammenfaller relativt godt med funn gjort i andre studier. Gutter mellom 10- og 14-årsalderen kan oppleve å doble muskelmassen sin i disse årene (Gabbett et al., 2014). Dette vil naturligvis kunne gi utslag på en styrke-test som benpress. Gjennomsnittsalderen til 2008 årsklassen ble registrert til å være  $13,24 \pm 0,36$  år, mens for 2008 er den registrert å være  $15,28 \pm 0,35$  år. Det er dermed i snitt cirka to års forskjell mellom gruppene, noe som kan bety en stor økning i muskelmasse. Med tanke på forskjellene mellom aldersgruppene i både vekt og høyde er det sannsynlig at det også er en forskjell i muskelmasse, uten at vi har et mål på det i denne studien.

Forbedringer i fysiske prestasjonstester har blitt rapportert å være størst i tidsrommet rundt PHV. Begge aldersgruppene ligger omtrent like langt unna PHV i hver sin ende av utviklingen. Der 2008 er  $-0,89 \pm 0,55$  unna å nå PHV, er 2006  $1,04 \pm 0,63$  forbi PHV. Forbedringene skal i tillegg til å være størst i tidsrommet rundt PHV, fortsette videre gjennom puberteten (Philippaerts et al., 2006). I og med at begge gruppene ligger såpass tett opp mot PHV kan gjøre betydningen av en eventuell «vekstspurt» relativt ubetydelig i sammenligningen mellom dem, da begge gruppene befinner seg omtrentlig i samme biologiske status.

Det er blir observert en sammenheng mellom prestasjon på flere av testene og PHV. Denne sammenhengen er ikke like tydelig når det gjelder kronologisk alder. Vi ser fra figur 6 og 7 tydelige trender på samtlige av testene. Denne sammenhengen er tydeligere om vi bruker begge gruppene samtidig. Hver gruppe for seg selv gir ikke et like tydelig bilde på utviklingen. Det vi kan anta er at prestasjon øker ved økende alder og/eller PHV i denne studien.

### 5.2.1 Korrelasjon mellom prestasjonstester

Av korrelasjoner mellom prestasjonstestene observerer vi en «moderat» til «sterk» negativ korrelasjon mellom samtlige av hurtighetstestene og benstyrketestene for både begge aldersklassene og aldersklassene samlet. Blant studier som underbygger nevnte funn finnes det spesielt flere studier som har observert lignende, men da spesielt for voksne. Når det gjelder unge mennesker hersker det en større usikkerhet om fremgangen i vel så stor grad, om ikke i større grad, påvirkes av nevro-muskulære og teknikk forbedringer (Towlson et al., 2018). Denne studien er en tverrsnittstudie, så det finnes få muligheter for å kontrollere for om sistnevnte kan være tilfellet, men muligheten er til stede. Dette vil derimot ikke være av stor betydning så lenge utfallet er en forbedring av prestasjon.

Benstyrke kan også antas ha en påvirkning for andre eksplosive tester som spenst og agility. Her observeres det for «moderat» korrelasjon for både Total kraft og Total power med spenst for 2006 årsklassen. For den yngre 2008 årsklassen er spenst moderat korrelert med Total kraft, mens det viser en «sterk» korrelasjon mellom spenst og Total power. Lignende funn er rapportert av andre studier der blant annet Buchheit et al. (2007) fant eksplosiv benstyrke til å kunne påvirke blant annet hopp høyde, maksimal sprint-hastighet og repetert sprint-evne. Agility dominant fot og Agility ikke-dominant fot viser derimot «triviell» korrelasjon med både Total power og Total kraft for 2006 årsklassen. Når det gjelder 2008 årsklassen blir det derimot observert å være en «moderat negativ» korrelasjon mellom de fire variablene. Der Agility dominant korrelert med Total kraft var en statistisk signifikant korrelasjon. Årsklassene samlet viste til «sterke korrelasjoner», som alle var statistisk signifikante. Årsakene til forskjellen mellom de to aldersgruppene er vanskelig å forklare all den tid den eldre gruppen sannsynligvis har en mer utviklet muskulatur med bedre resultater i benstyrke og Agility. Det kan dog hende at det kan ha en sammenheng med kroppsstørrelse, der mer muskelmasse betyr større vekt som igjen er en større masse som skal vende hurtig. Dette kan muligens føre til at det ikke blir observert annet enn «triviell» korrelasjon for 2006 årsklassen.

Studier har vist en sammenheng mellom muskulær styrke i ben til å være relatert til evnen til å utføre repeterte sprinter (Buchheit et al, 2010;). YYIR1 er en utholdenhetstest der det kan antas og er hurtigheten øker progressivt og man ender opp med å løpe i relativt høye hastigheter. Dette kan muligens være med på å gjøre det fordelaktig å være hurtig, da opprettholdelse av hastigheten som kreves kan være mindre krevende enn for en som løper tregere. Disse faktorene kan være med på å forklare hvorfor. I denne studien ble det funnet

motstridende resultater. Blant annet ble det for den eldste aldersklassen funnet en «moderat negativ» korrelasjon mellom YYIR1 og Total power ( $r=0,42$ ). Resultatene var derimot ikke signifikante ( $P=>0,05$ ). Total kraft i samme aldersgruppe viste seg å være triviell. I den yngste aldersgruppen observerer vi ingen korrelasjon mellom hverken Total kraft, eller Total power på YYIR1. Den eldste aldersgruppen presterte jevnt bedre på alle de fire testene, så det kan være en sammenheng mellom benstyrken og bedre tid på YYIR1, men det blir veldig spekulativt.

Spent, hurtighet og agility er muligens de tre mest eksplosive testene i testbatteriet. Her observeres spent å være statistisk signifikante for alle korrelasjoner med hurtighet.

Relasjonen mellom spent hurtighet er velkjent og godt dokumentert i litteraturen. Comfort et al. (2014) fant blant annet en klar relasjon mellom absolutt og relativ styrke på både hurtighet og maksimal hopp høyde. Dette har blant annet en sammenheng med at «peak ground reaction forces» og impulser er sterke determinatorer for prestasjon i sprint. Lignende krefter er i spill når det gjelder hopp høyde for CMJ (Barker et al., 2018). Spent viser i tillegg statistisk signifikante korrelasjoner med agility dominant fot og agility ikke-dominant fot for begge aldersklassene og aldersklassene samlet. Dette igjen viser den tette relasjonen mellom de tre eksplosive øvelsene. Agility og hurtighet er også tett korrelert med resultater fra «moderat» korrelasjon til «veldig sterk» korrelasjon, der samtlige er statistisk signifikante.

Bevegelsesmønsteret her er såpass likt at noe annet vill overrasket.

### *5.3 Begrensinger*

Denne studien ble utført som en tverrsnittstudie, noe som er en begrensing all den tid biologisk modning er et fenomen som strekker seg over flere år. Tverrsnittstudier egner seg dårlig til å si noe om årsaksforhold, så denne studien begrenses til å gi et øyeblikksbilde av hvordan status var akkurat ved test -tidspunktet. Utviklingen på prestasjon kan konfunderes gjennom tilfeldigheter som vanskelig lar seg kontrolleres for som for eksempel midlertidig formutvikling eller motivasjon på test-dag. PHV er heller ikke den beste metoden å måle biologisk modning på. Her hadde det vært ønskelig med røntgen av håndledd for best mulig å kunne fastslå graden av biologisk utvikling.

For YYIR1 testen var det betydelig færre deltakere enn for de andre testene, noe som kan gjenspeile seg i resultatene. Hallen der testen ble utført var også til tider glatt, der flere av deltakerne slet tidvis med feste. Dette gjør tolkningen av nettopp disse resultatene vanskelig.

Flere deltakere i studien hadde vært ønskelig, men anerkjenner at antallet var rimelig for en slik studie.

Det var ingen standardisert kontroll av næringsinntaket før eller på selve testdagen. Dette kunne med fordel ha blitt optimalisert for å sikre best likest mulig utgangspunkt mellom de ulike subjektene. Det ble derimot servert frukt til samtlige av deltakerne før og underveis i testingen.

I konteksten av unge fotballspillers prestasjon dukker det stadig opp usikkerhet hvorvidt resultat stamme fra biologisk modning eller som en følge av treningsbelastning over tid. Det ble samlet inn data på treningsbelastning i selve prosjektet, men dette ble valgt vekk. Det hadde i retrospektiv vært ønskelig med data på treningsbelastning for å ytterligere kunne gi et fullverdig bilde av hva som drev frem prestasjonen til de ulike subjektene.

#### *5.4 Praktisk betydning*

Betydningen av biologisk modning på unge fotballspillere vises med andelen mellom tidlig, middels og sent utviklede som ender opp som profesjonelle utøvere. Enkelte studier har kartlagt at hele 60.1% er sent utviklet sammenlignet med 38.1% middels og 11.8% er tidlig utviklet (Ostojic et al., 2014). I Carling et al. sin studie fra 2009 observerte man at det var en større prosentandel i gruppen som var født sent på året som lyktes med å bli profesjonelle spillere. Dette gir indikasjoner på at om spillerne klarer å komme seg inn i ungdomsakademier på elitenivå, så er ikke fødselsdatoen til hindring for senere suksess (Carling et al., 2009). Grunnene og mekanismene til dette blir beskrevet som noe uklar i litteraturen, men det peker muligens mot viktigheten og evnen av å identifisere talent fremfor utvelgelse på bakgrunn av midlertidig fysiologisk overlegenhet. Flere av studiene påpeker at i de formative ungdomsårene vil det muligens være en fordel ved å fokusere på teknikk fremfor å utvikle den fysiske biten av spillet. Da spesielt utholdenhet og styrke, som utvikler seg jevnt gjennom hele puberteten. Det har derimot blitt diskutert om plyometrisk trening og sammensatt trening kan ha en effekt på det nevro-muskulære systemet som kan gi en økning av prestasjon. Dette kan ofte mistolkes som forbedring i muskulær styrke.

Den relative alderseffekten spiller en viktig rolle i denne konteksten. Her er det foreslått ulike tiltak som for eksempel Bio-banding der spillere settes sammen på bakgrunn av sin biologiske alder fremfor den kronologiske alderen. Dette derimot relativt kostbart, tidkrevende og



spesialist kunnskap kreves. Det blir dermed ikke sett på som en praktisk løsning. En annen metode som har vist relativt gode resultater er aldersmatching av drakter. Her vises spillernes kronologiske alder med tall på drakten under for eksempel en kamp. Dette har vist seg å kunne demme opp for noe av den relative alderseffekten og har vist lovende resultater i litteraturen.

## **6. Konklusjon**

Det ble i denne studien observert en sammenheng med biologisk status/modning og prestasjon flere prestasjonstester. De største sammenhengene ble registrert når det ble tatt i bruk PHV som variabel fremfor kronologisk alder. Dette tyder på at det er modningsstatusen og ikke kronologisk alder som er bestemmende faktor for prestasjon. Sammenhengen innad i gruppene er ikke betydelig, men mellom gruppene er det merkbart bedre prestasjon i sammenheng med høyere grad av biologisk modenhet. Videre ble det observert at den eldste gruppen var ikke overraskende både høyere og tyngre enn den yngre gruppen, noe som underbygger en mer moden status på kroppen som igjen kan gi bedre prestasjon.

**Referanseliste:**

- Astrand, P. O., Hultman, E., Juhlin-Dannfelt, A., & Reynolds, G. (1986). Disposal of lactate during and after strenuous exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 61(1), 338-343.
- Alfredson, H., Nordström, P. & Lorentzon, R. Total and regional bone mass in female soccer players. *Calcif Tissue Int* 59, 438–442 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF00369207>
- Abbas Asadi, Rodrigo Ramirez-Campillo, Hamid Arazi & Eduardo Sáez de Villarreal (2018) The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players, *Journal of Sports Sciences*, 36:21, 2405-2411, DOI: 10.1080/02640414.2018.1459151
- BA De Ste Croix, M., Armstrong, N., Welsman, J. R., & Sharpe, P. (2002). Longitudinal changes in isokinetic leg strength in 10-14-year-olds. *Annals of human biology*, 29(1), 50-62
- Bailey, D. A., Malina, R. M., & Mirwald, R. L. (1986). Physical activity and growth of the child. In *Postnatal Growth Neurobiology* (pp. 147-170). Springer, Boston, MA.
- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Olympic coach*, 16(1), 4-9
- Bangsbo J. Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci.* 1994 Summer;12 Spec No:S5-12. PMID: 8072065.
- Bangsbo, J., & Lindquist, F. (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International journal of sports medicine*, 13(02), 125-132.
- Barker, Leland A.<sup>1</sup>; Harry, John R.<sup>1,2</sup>; Mercer, John A.<sup>1</sup> Relationships Between Countermovement Jump Ground Reaction Forces and Jump Height, Reactive Strength Index, and Jump Time, *Journal of Strength and Conditioning Research*: January 2018 - Volume 32 - Issue 1 - p 248-254 doi: 10.1519/JSC.0000000000002160

- Baquet, G., Van Praagh, E. & Berthoin, S. Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Med* 33, 1127–1143 (2003). <https://doi.org/10.2165/00007256-200333150-00004>
- Behringer, M., Vom Heede, A., Yue, Z., & Mester, J. (2010). Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics*, 126(5), e1199-e1210.
- Behringer, M., Vom Heede, A., Matthews, M., & Mester, J. (2011). Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*, 23(2), 186-206.
- Beunen, G. A. S. T. O. N., & Malina, R. M. (1988). Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and sport sciences reviews*, 16(1), 503-540.
- Boisseau, N., Delamarche, P. Metabolic and Hormonal Responses to Exercise in Children and Adolescents. *Sports Med* 30, 405–422 (2000). <https://doi.org/10.2165/00007256-200030060-00003>
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International journal of sports medicine*, 31(11), 818-825.
- Carling, C. (2013). Interpreting physical performance in professional soccer match-play: should we be more pragmatic in our approach?. *Sports Medicine*, 43(8), 655- 663.
- Carling, C., Le Gall, F., Reilly, T., & Williams, A. M. (2009). Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(1), 3-9.
- Carvalho, H. M., Bidaurrezaga-Letona, I., Lekue, J. A., Amado, M., Figueiredo, A. J., & Gil, S. M. (2014). Physical growth and changes in intermittent endurance run performance in young male Basque soccer players. *Research in sports medicine (Print)*, 22(4), 408–424. <https://doi.org/10.1080/15438627.2014.944301>

- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Alvarez, J. C. B. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3227-3233
- Cohen, J. (1988). Set correlation and contingency tables. *Applied psychological measurement*, 12(4), 425-434.
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2017). Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34-47
- Cunha, G. S., Vaz, M. A., Geremia, J. M., Leites, G. T., Baptista, R. R., Lopes, A. L., & Reischak-Oliveira, Á. (2016). Maturity Status Does Not Exert Effects on Aerobic Fitness in Soccer Players After Appropriate Normalization for Body Size. *Pediatric exercise science*, 28(3), 456–465. <https://doi.org/10.1123/pes.2015-0133>
- Comfort, Paul<sup>1</sup>; Stewart, Al<sup>1,2</sup>; Bloom, Laurence<sup>1,3</sup>; Clarkson, Ben<sup>1,4</sup> Relationships Between Strength, Sprint, and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players, *Journal of Strength and Conditioning Research*: January 2014 - Volume 28 - Issue 1 - p 173-177 doi: 10.1519/JSC.0b013e318291b8c7
- Deprez, D., Fransen, J., Lenoir, M., Philippaerts, R. M., & Vaeyens, R. (2015). The Yo-Yo intermittent recovery test level 1 is reliable in young high-level soccer players. *Biology of sport*, 32(1), 65.
- Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho e Silva, M. J., & Malina, R. M. (2009). Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *Journal of sports sciences*, 27(9), 883-891.
- Franks, A., Williams, A. M., Reilly, T. H. O. M. A. S., & Nevill, A. L. A. N. M. (1999). Talent identification in elite youth soccer players: Physical and physiological characteristics. *Journal of Sports Sciences*, 17(10), 812.
- Gabbett, T. J., Whyte, D. G., Hartwig, T. B., Wescombe, H., & Naughton, G. A. (2014). The relationship between workloads, physical performance, injury and illness in adolescent male

football players. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(7), 989–1003.

<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0179-5>

- Gil, S. M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 438-445.

- Goto, Heita<sup>1</sup>; Morris, John G.<sup>2</sup>; Nevill, Mary E.<sup>2</sup> Influence of Biological Maturity on the Match Performance of 8- to 16-Year-Old, Elite, Male, Youth Soccer Players, *Journal of Strength and Conditioning Research*: November 2019 - Volume 33 - Issue 11 - p 3078-3084  
doi: 10.1519/JSC.0000000000002510

- Häkkinen, K., Alen, M., & Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta physiologica scandinavica*, 125(4), 573-585.

- Heishman, A. D., Curtis, M. A., Saliba, E., Hornett, R. J., Malin, S. K., & Weltman, A. L. (2018). Noninvasive assessment of internal and external player load: implications for optimizing athletic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(5), 1280-1287.

- Helsen WF, Hodges NJ, Van Winckel J, Starkes JL. The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. *J Sports Sci*. 2000 Sep;18(9):727-36. doi: 10.1080/02640410050120104. PMID: 11043898.

- Hopkins, W. G., Batterham, A. M., Marshall, S. W., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics. *Sportscience*, 13

- Itoh, R., & Hirose, N. (2020). Relationship among biological maturation, physical characteristics, and motor abilities in youth elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(2), 382-388.

- Parr, J., Winwood, K., Hodson-Tole, E., Deconinck, F. J., Hill, J. P., Teunissen, J. W., & Cumming, S. P. (2020). The main and interactive effects of biological maturity and relative age on physical performance in elite youth soccer players. *Journal of Sports Medicine*, 2020.

- Le Gall, F., Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of science and medicine in sport*, 13(1), 90-95
- Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European journal of applied physiology*, 91(5), 555-562.
- Malina R. M. (2014). Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Research quarterly for exercise and sport*, 85(2), 157–173. <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.897592>
- Malina, R. M., Ribeiro, B., Aroso, J., & Cumming, S. P. (2007). Characteristics of youth soccer players aged 13–15 years classified by skill level. *British journal of sports medicine*, 41(5), 290-295.
- Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Simpson B, Bourdon PC. Match play intensity distribution in youth soccer. *Int J Sports Med*. 2013 Feb;34(2):101-10. doi: 10.1055/s-0032-1306323. Epub 2012 Sep 7. PMID: 22960988.
- Musch, J., & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental review*, 21(2), 147-167.
- Nobari, H., Silva, A. F., Clemente, F. M., Siahkoughian, M., García-Gordillo, M. Á., Adsuar, J. C., & Pérez-Gómez, J. (2021). Analysis of fitness status variations of under-16 soccer players over a season and their relationships with maturational status and training load. *Frontiers in Physiology*, 1840.
- Sergej M. Ostojic, Carlo Castagna, Julio Calleja-González, Igor Jukic, Kemal Idrizovic & Marko Stojanovic (2014) The Biological Age of 14-year-old Boys and Success in Adult Soccer: Do Early Maturers Predominate in the Top-level Game?, *Research in Sports Medicine*, 22:4, 398-407, DOI: 10.1080/15438627.2014.944303

- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hämmäläinen, I., Nummela, A., & Rusko, H. (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied physiology*.
- Pearson, D. T., Naughton, G. A., & Torode, M. (2006). Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *Journal of science and medicine in sport*, 9(4), 277-287.
- Renaat M. Philippaerts, Roel Vaeyens, Melissa Janssens, Bart Van Renterghem, Dirk Matthys, Rita Craen, Jan Bourgois, Jacques Vrijens, Guston Beunen & Robert M. Malina (2006) The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players, *Journal of Sports Sciences*, 24:3, 221-230, DOI: 10.1080/02640410500189371
- Saltin B. Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sports*. 1973 Fall;5(3):137-46. PMID: 4270581.
- Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., & Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 679-686.
- M Svensson & B Drust (2005) Testing soccer players, *Journal of Sports Sciences*, 23:6, 601-618, DOI: 10.1080/02640410400021294
- Storen, O., Helgerud, J. A. N., Stoa, E. M., & Hoff, J. A. N. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(6), 1087.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. et al. *Physiology of Soccer*. *Sports Med* 35, 501–536 (2005). <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Stratton, G., Reilly, T., Richardson, D., & Williams, A. M. (2004). *Youth soccer: From science to performance*. Psychology Press.
- Tomlin, D.L., Wenger, H.A. The Relationship Between Aerobic Fitness and Recovery from High Intensity Intermittent Exercise. *Sports Med* 31, 1–11 (2001). <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00001>



- Towlson, C., Cobley, S., Parkin, G., & Lovell, R. (2018). When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(8), 1946-1955.
- Till, K., Cobley, S., O'Hara, J., Cooke, C., & Chapman, C. (2014). Considering maturation status and relative age in the longitudinal evaluation of junior rugby league players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(3), 569-576.
- Tønnessen, E., Shalfawi, S. A., Haugen, T., & Enoksen, E. (2011). The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2364-2370
- Rampinini, E, Coutts, AJ, Castagna, C, Sassi, R, and Impellizzeri, FM. Variation in Top Level Soccer Match Performance. *Int J Sports Med* 28: 1018-1024, 2007.
- Rogol, A. D., Roemmich, J. N., & Clark, P. A. (2002). Growth at puberty. *Journal of adolescent health*, 31(6), 192-200.
- T. Reilly, J. Bangsbo & A. Franks (2000) Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer, *Journal of Sports Sciences*, 18:9, 669-683, DOI: 10.1080/02640410050120050
- Lloyd, Rhodri S.; Cronin, John B.; Faigenbaum, Avery D.; Haff, G. Gregory; Howard, Rick; Kraemer, William J.; Micheli, Lyle J.; Myer, Gregory D.; Oliver, Jon L. National Strength and Conditioning Association Position Statement on Long-Term Athletic Development, *Journal of Strength and Conditioning Research*: June 2016 - Volume 30 - Issue 6 - p 1491-1509 doi: 10.1519/JSC.0000000000001387
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E. X. L., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(2), 162.
- Rønnestad, B., Kvamme, N., Sunde, A. & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players.

Journal of Strength and Conditioning Research, 22(3), 773–780.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a5e86>

- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. et al. Physiology of Soccer. *Sports Med* 35, 501–536 (2005). <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>

- Vandvik, Inger Helene: pubertet i Store medisinske leksikon på snl.no. Hentet 10. juni 2021 fra <https://sml.snl.no/pubertet>

- Wong, Pui-lam<sup>1</sup>; Chamari, Karim<sup>2</sup>; Wisløff, Ulrik<sup>3</sup> Effects of 12-Week On-Field Combined Strength and Power Training on Physical Performance Among U-14 Young Soccer Players, *Journal of Strength and Conditioning Research*: March 2010 - Volume 24 - Issue 3 - p 644-652 doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ad3349

- Wrigley, R. D., Drust, B., Stratton, G., Atkinson, G., & Gregson, W. (2014). Long-term soccer-specific training enhances the rate of physical development of academy soccer players independent of maturation status. *International journal of sports medicine*, 35(13), 1090–1094. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375616>

- Yagüe, P. H., & De La Fuente, J. M. (1998). Changes in height and motor performance relative to peak height velocity: A mixed-longitudinal study of Spanish boys and girls. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, 10(5), 647-660

**Tabelloversikt:**

**Tabell 1:** Resultater (Gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) for begge årsklassene og samlet. Alder = År; PHV= Peak height velocity; Vekt= Kilo; Høyde og sittende høyde=Centimeter; ES= Cohens` d effektstørrelse.....26

**Tabell 2:** Resultater (Gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) for begge årsklassene. m=meter; YYIR1=Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; ES= Cohens d effektstørrelse; % forskjell=prosentvis forskjell mellom gruppene. ....27

**Tabell 3:** Korrelasjonsplott (pearson`s r) for årsklassen født i 2006. m. = meter; \* = statistisk signifikant sammenheng ( $p= <0,05$ ); YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; Agility dom. = Agility dominant fot; Agility ikke – dom. = Agility ikke – dominant fot.....30

**Tabell 4:** Korrelasjonsplott (pearson`s r) for årsklassen født i 2008. m. = meter; \* = statistisk signifikant sammenheng ( $p= <0,05$ ); YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; Agility dom. = Agility dominant fot; Agility ikke – dom. = Agility ikke – dominant fot.....31

**Tabell 5:** Korrelasjonsplott (pearson`s r) for årsklassen født i 2008. m. = meter; \* = statistisk signifikant sammenheng ( $p= <0,05$ ); YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1; Agility dom. = Agility dominant fot; Agility ikke – dom. = Agility ikke – dominant fot.....32

**Tabell 6:** Viser korrelasjon mellom PHV eller Alder og ulike testvariabler. PHV = Peak height velocity; m. = meter; Agility dom.= Agility dominant fot; Agility ikke – dom.= Agility ikke – dominant fot; \* = statistisk signifikant korrelasjon. YYIR1 = Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1. ....33

**Figuroversikt:**

<i>Figur 1: 30 m. sprint test. Første linje til venstre representerer startstrek. Tjukke strekene representerer fotocellene. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figur 2: OLT40 Agility test. Første linje til venstre representerer startstrek. Tjukke linjer i enden representerer fotocellene. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figur 3: Countermovement jump. ....</i>	<i>24</i>
<i>Figur 4: Karine Larose (2012). Compressed Air Machines: Quick and Efficient! ....</i>	<i>24</i>
<i>Figur 5: Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1. Starter fra venstre mot høyre. ....</i>	<i>25</i>
<i>Figur 6: XY-plot for sammenhengen mellom prestasjon og PHV. ....</i>	<i>27</i>
<i>Figur 7: XY-plot for sammenhengen mellom prestasjon og alder. ....</i>	<i>28</i>