



Høgskulen på Vestlandet

BRA330 - Bacheloroppgave

BRA330

Predefinert informasjon

Startdato:	07-02-2019 09:00	Termin:	2019 VÅR
Sluttdato:	20-05-2019 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave	Studiepoeng:	15
SIS-kode:	203 BRA330 1 H 2019 VÅR		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.: 305

Informasjon fra deltaker

Antall ord *: 8477

Egenerklæring *: Ja

**Inneholder besvarelsen
konfidensiell materiale?:** Nei

**Jeg bekrefter at jeg har
registrert oppgavetittelen
på norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:** Ja

Gruppe

Gruppenavn: (Anonymisert)

Gruppenummer: 11

**Andre medlemmer i
gruppen:** Deltakeren har innlevert i en enkeltmannsgruppe

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Ja, Fotballspillere i utvikling

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Skjelettalder og vekst hos unge gutter

Bone Age and Growth in Young Boys

Kandidatnummer 305

Radiografutdanningen R-16

Institutt for ergoterapi, fysioterapi og radiografi

Avdeling for helse- og sosialfag

20.05.2019

Antall ord: 8477

Forord

Jeg ønsker å rette stor takk til Cecilie Brekke Rygh for god veiledning, og Hilde Stokvold Gundersen for opplysninger fra prosjektet.

Begrepsavklaring

Diafyse - Midtstykke eller skaftet på en rørknokkel

Epifyse - Endestykke på en rørknokkel som er avgrenset fra midtstykket eller skaftet

Fyseskiven – Vekstsone; er tilstede så lenge knokkelen er i utvikling

Kronologisk alder – Tid siden fødsel

Menarken – Når første menstruasjon oppstår

Ossifikasjonssenter – Senter hvor beinet utvikler seg til et skjelett

Pseudonymisert – Dataene er ikke direkte identifiserbare og er et krav ved helseforskning. Koblingsnøkkel kan brukes for å reidentifisere data. Koblingsnøkkel holdes adskilt fra data

Seleksjon – Utvelging av spillere basert på visse kriterier som for eksempel; ferdighet

Skjelettalder (biologisk modning uttrykt ved skjelettalder) - Modningsnivå av et barns skjelett, målt i år ut fra vekstlinjer i knokler

Sammendrag:

Introduksjon

I store deler av barne- og ungdomsidrett er det blant annet i fotball fokus på å selektere spillere med potensiale til elitenivå (Sæther, S. 2017). Ved seleksjon prioriteres det i å plukke ut de som har visse fysiske egenskaper og presterer bedre enn sine jevnaldrende, samtidig det å utvikle personen til å bli bedre innen sin idrett. Hva skal til for å bli selektert? Gjelder det å være høyest, og sterkest – altså godt, til ferdig utviklet? En del av kritikken mot seleksjon innen fotball, er at barn født første halvår selekteres for å spille på de beste lagene.

Hensikt

Bacheloroppgaven bruker data fra et pågående forskningsprosjekt *Fotballspillere i utvikling*, som skal følge utviklingen til unge fotballspillere over en periode på ti år. Hovedprosjektets formål er å finne egenskaper til fotballspillere og hva som gjør at de blir selektert til talentlag. Hensikten med denne bacheloroppgaven er å se på 14 år gamle gutter sin skjelettutvikling (biologiske modning) i takt med høyde, og skjelettalder sammenlignet med kronologisk alder.

Metode

For å definere barns skjelettalder er det tidligere blitt brukt manuell og subjektiv vurdering basert på Greulich og Pyle - atlaset. Det er i dag mer vanlig å bruke automatisert vurdering, for effektivisering av tid. Metoden i dette prosjektet baserer seg på et eksperiment med et longitudinelt design. Det er tatt i bruk kvantitativ tilnærming for å studere skjelettmodning mellom to måletidspunkt på 8 måneder mellomrom, mai 2018 og januar 2019. Røntgenapparat fra Siemens ved Høgskulen på Vestlandet ble brukt for å ta røntgenbildene og eksperimentet ble utført ved å følge en standardisert protokoll. Det er blitt gjort to manuelle høydemålinger av andre prosjektmedarbeidere fra *Fotballspillere i utvikling*.

Resultat

Høyde og skjelettalder korrelerer positivt mellom måletidspunktene, begge variabler øker med tid. Mellom måletidspunkt 1 og måletidspunkt 2 har hele gruppen vokst med 0, 75 år i skjelettalder, tilsvarende 9 måneder. I kronologisk alder er det 0, 59 år, tilsvarende 7 måneder.

Konklusjon

Ved BoneXpert som vurderingsmetode og manuelle høydemålinger konkluderer resultatene til en signifikant korrelasjon mellom skjelettutvikling (biologisk modning) og høydevekst, og skjelettalder sammenlignet med kronologisk alder av 14 år gamle gutter.

Abstract

Introduction

In large parts of children's and youth sports, it is among other things in football a great focus on selecting players with potential for talent teams (Sæther, S. 2017). In selecting, it is prioritized in picking out those who have certain physical properties and performs better than their peers, while developing the person to become better within their sport. What is needed to be the ones selected? Does it mean to be the tallest, and strongest - that is, well, to be fully developed? Part of the criticism of selection in football is that children born in the first half of the year are selected to play on the best teams.

Purpose

The bachelor thesis uses data from an ongoing research project *Football players in development*, which will follow the development of young football players over a period of ten years. The main project's purpose is to find properties for football players and what makes them selected for talent teams. The purpose of this bachelor thesis is to look at 14-year-old boys skeletal development (biological maturation) in line with height, and their maturity level compared to chronological age.

Method

In order to define children's maturity level, manual and subjective assessment has previously been used based on the Greulich and Pyle atlas. Today, it is more common to use automated assessment, for more time efficiency. The method in this project is based on an experiment with a longitudinal design. Quantitative approach has been adopted to study skeletal maturity between two measurement of 8 months apart, May 2018 and January 2019. X-ray apparatus from Siemens at Høgskulen på Vestlandet was used to take the X-ray images and the experiment was performed following a standardized protocol. Two manual altitude measurements have been made by other project employees from *Football players in development*.

Result

Height and maturity level correlate positively between the measurement times, both variables increase with time. Between measurement time 1 and measurement time 2, the entire group has grown by 0.75 years of maturity level, corresponding to 9 months. In chronological age it is 0.59 years, corresponding to 7 months.

Conclusion

At BoneXpert as assessment method and manual altitude measurements, the results conclude a significant correlation between skeletal development (biological maturation) and height growth, and maturity level compared to the chronological age of 14 year-old boys.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG:	3
OVERSIKT OVER FIGURER OG TABELLER	6
1.0 INNLEDNING.....	7
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA	7
1.2 VALG AV TEMA OG PROBLEMSTILLING	7
1.3 RADIOGRAFFAGLIG RELEVANS	8
2.0 TEORI OG TIDLIGERE FORSKNING	9
2.1 OSTEOLOGI - SKJELETTUTVIKLING	9
2.2 KONVENJONELL VURDERING – GREULICH OG PYLE	12
2.2.1 AUTOMATISERT METODE - BONEXPRT	15
2.3 HENSIKT	17
2.4 PROBLEMSTILLING	17
2.5 AVGRENSNING	17
3.0 MATERIALE OG METODE	18
3.1 VALG AV METODE	18
3.1.1 FORSKNINGSDSIGN	18
3.2 UTVALG	19
3.3 DATAINNSAMLING	19
3.4 VALIDITET OG RELIABILITET	20
3.4.1 VARIABLER	20
3.5 FORSKNINGSETISK VURDERING	21
3.6 DATAANALYSE	21
3.7 STATISTIKK	21
3.8 GJENNOMFØRING AV RØNTGENUNDERSØKELSER OG HØYDEMÅLINGER	23
4.0 RESULTAT	24
4.1 KRONOLOGISK ALDER	24
4.2 HØYDE	24
4.3 SKJELETTALDER	25
4.4 SAMMENLIGNING AV SKJELETTALDER OG HØYDE, SKJELETTALDER OG KRONOLOGISK ALDER	29
5.0 DISKUSJON	32
5.1 ALDER OG HØYDEVEKST	32
5.2 SKJELETTALDER OG VURDERINGSGRUNNLAG	33
5.4 METODEKRITIKK	35
5.5 ALDERSESTIMERING INNENFOR IDRETT OG AV MINDREÅRIGE ASYLSØKERE	36
6.0 KONKLUSJON	37
6.1 FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING	37
7.0 REFERANSER	38

Oversikt over figurer og tabeller

Figur 1: Skjematisk presentasjon av endokondral beinformasjon	9
Figur 2: Graf av vekstspurt i pubertetsalder	10
Figur 3: Vekstserie av tibia og deres vekstsoner	11
Figur 4: Tidlig og midtpubertet vekstzone	13
Figur 5: Seinpubertet for hankjønn 14-16 år	13
Figur 6: Postpubertet 17-19 år	14
Figur 7: Struktur av BoneXpert og bildeprosessering	15
Figur 8: Eksempel på BoneXpert-analyse	16
Figur 9: Korrelasjonskoeffisient fra Excell	21
Figur 10: RETTLINJE funksjon fra Excell	22
Figur: 11 BoneXpert-analyse av deltaker C	25
Figur 12: BoneXpert-analyse av deltaker D	25
Figur 13: BoneXpert-analyse av deltaker E	26
Figur 14: BoneXpert-analyse av deltaker F	27
Figur 15: BoneXpert-analyse av deltaker G	27
Figur 16: Spredningsdiagram 2018	29
Figur 17: Spredningsdiagram 2019	30
Figur 18: Boksplott	30
Tabell 1: Oversikt over inklusjon- og eksklusjonskriterier for oppgavens utvalg	18
Tabell 2: Resultat fra kjent kronologisk alder i mai 2018 og januar 2019	23
Tabell 3: Viser resultat av høydemåling fra 2018 og 2019	24
Tabell 4: Viser resultat av fra målinger av skjelettalder fra 2018 og 2019	24
Tabell 5: Tabellen viser til utvikling i utvalgte knokler fra BoneXpert-analysen 2018 og 2019 hos de presenterte deltakerne	28

1.0 INNLEDNING

Her presenteres tema, bakgrunn og problemstilling. Det blir gjort rede for hvorfor dette tema er valgt, hvilken hensikt oppgaven har og radiograffaglig relevans.

1.1 Bakgrunn for valg av tema

I mai 2018 ble jeg informert om og tilbudt muligheten til å delta i et forskningsprosjekt der det var behov for radiografistudenter til å være med på å ta røntgenbilder som en del av datainnsamlingen i prosjektet *Fotballspillere i utvikling*. Det skapte nysgjerrighet og interesse, og jeg takket derfor ja. Prosjektet utgår fra den tverrfaglige forskningsgruppa Idrett, helse og funksjon ved Høgskulen på Vestlandet, med Hilde Stokvold Gundersen som prosjektleder. Fokuset til prosjektet er å finne hvilke egenskaper hos unge fotballspillere som gjør at de selekteres til talentlag og grunnlaget for seleksjon. Blir guttene tatt ut til ulike lag fordi at de har talent, eller har de kommet lenger i sin biologiske modning, som kan gi de fysiske fordeler? Formålet med prosjektet er å undersøke om det er forskjell i modning og fysisk utvikling mellom spillere på satsningslag, og breddelag over en periode på 10 år.

1.2 Valg av tema og problemstilling

Tall fra FIFA viser at 43% barn (6-12 år), og 26% ungdommer (13-19 år) spiller aktivt fotball i Norge. Spørsmål knyttet til spillernes utviklingsprosess og kjennetegn for å lykkes har fremdeles et stort forskningspotensiale. Det er et kjent spenningsfelt mellom bredde- og toppperspektiv i norsk idrett. Det er en ubalanse mellom idrettsdeltakelse for alle med fokus på like muligheter, likeverd og like mye spilletid versus et ønske om spesialisering, satsing på de beste, og topping av lagene. Vekten av å prestere, konkurrere og utvelgelse i ungdomsidretten har fått mye av skylden for det enorme frafallet innenfor idretten generelt (Sæther, S. 2017 s. 11-13). Oppmerksomheten og ressurser blir ofte fokusert på utvikling av de som har potensiale for å lykkes på elitenivået av konkurranse (Malina, R. Et. al 2015). Det å definere de beste spillerne på et konkret tidspunkt er hva seleksjon handler om. Basisen for seleksjonen er de spillerne som til enhver tid har det høyeste ferdighetsnivået (Sæther, S. 2017). Sæther (2017 s. 17) sier videre at identifisering er å finne talenter som har gode forutsetninger for å ende opp som profesjonelle spillere på basis av konkrete kriterier. Det er gjort lite forskning på bruk av kriterier, og forskningen har i liten grad klart å definere hvilke typer kriterier trenere på høyt og lavt nivå benytter for å identifisere fotballtalentene. Som

mest kjente kriteriet for seleksjon til aldersbestemte landslag er spillernes fødselsmåned, en effekt kalt *den relative alderseffekten*. Enkelte studier har vist at det er sammenheng mellom skjelettalder hos spillere og utvelgelse til talentlag (Carling et al., 2009; Norikazu Hirose & Atsushi, 2012; Malina et. al. 2000). Studier fra andre land enn Norge, viser blant annet til at eliteungdomsspillere har vært født i de to første kvartalene av året. Forklaring på denne effekten er fordelen av å være eldre, fysisk større og mentalt mer utviklet enn lagkamerater i samme aldersklasser.

Som deltaker i prosjektet *Fotballspillere i utvikling* skal alle to ganger hvert år fysisk gjennomgå tester og utføre undersøkelser for ulike motivasjonsfaktorer. Prosjektet ønsker å studere sammenheng mellom treningstoleranse og skaderisiko, og mellom modningsnivå og fysisk- og mental ferdighetsutvikling. Modningsnivået til fotballspillerne estimeres på bakgrunn av røntgen av hånd to ganger i året, til lengdeveksten opphører (Cristin ID 589437). Dette er imidlertid kritisert av Den norske legeforening og av norske barneleger, og har vært gjenstand for stor debatt i ulike medier da det fremheves at skjelettmodningen skjer i ulikt tempo og kan varieres stort i den aktuelle aldersgruppen (Mikkelsen, Mikalsen, og Solberg, 2016;Bozzola, Mauro & Meazza, Christina 2012).

I denne oppgaven har jeg valgt å fokusere på biologisk modning uttrykt ved skjelettalder (bone age), og hvordan dette korrelerer med kronologisk alder og vekst hos fotballspillerne ved to måletidspunkt. Grunnet stor debatt i media og i fagkretser om bruk av skjelettmodning som utgangspunkt for aldersbestemmelse, kan det også være nyttig å se på hvordan skjelettalder og eksakt alder (kronologisk alder) korrelerer i en frisk gruppe av gutter i befolkningen.

1.3 Radiograffaglig relevans

De yrkesetiske retningslinjene til Norsk radiografforbund (2015) sier at radiografen har et personlig ansvar for at egen praksis er faglig, etisk og juridisk forsvarlig. Videre sier retningslinjene at radiografen skal holde seg oppdatert i fagutvikling og forskning, og er åpen for faglig og etisk vurdering av sin egen yrkesutøvelse. Det er radiografene som utfører røntgen av hånd for aldersbestemmelse og vurdering av skjelettmodning. I dag er det radiografer som har videreutdanning i å beskrive skjelettbilder, og fra punkt 2.3 i yrkesetiske retningslinjer skal radiografen nyttiggjøre ny teknologi. Det å kunne evaluere røntgenbilder

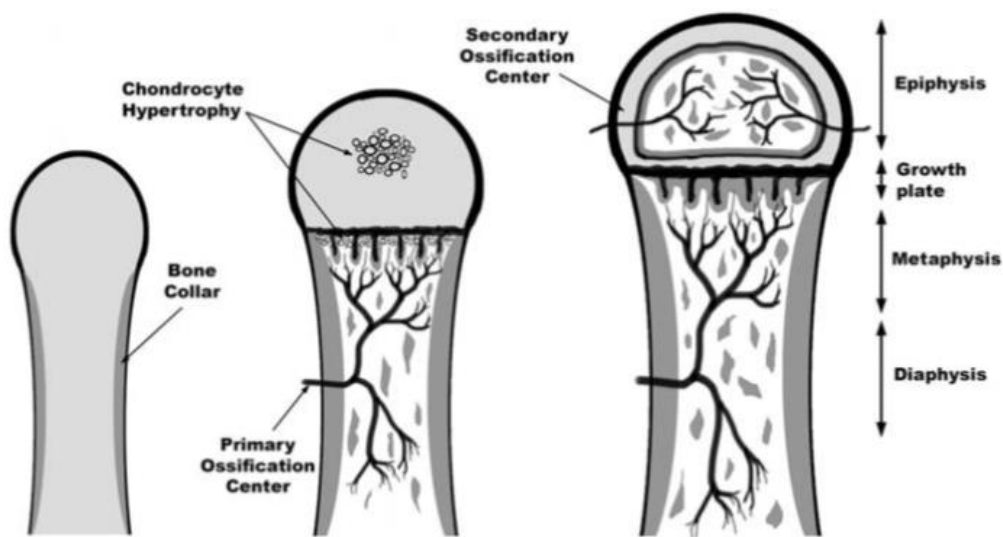
både med hensyn til bilde kvalitet og diagnostikk, er en del av radiografens ansvarsområde. Overfor kollegaer og andre samarbeidspartnere skal det fra radiografen sin side tilrettelegges for teamarbeid og samhandling.

2.0 TEORI OG TIDLIGERE FORSKNING

Dalland (2009, s. 34) skriver at hensikten med teori er å komme frem til en enklest og best mulig treffende beskrivelse av virkeligheten. Teoretisk perspektiv betyr å se problemet i lys av en bestemt teori. Videre skriver han at forskningsinteressen vil bli styrt i retning av teorien. Dette kapitlet legger til grunnlag hvilken teori oppgaven baserer seg på. Dette inkluderer skjelettutvikling i korte trekk, Greulich & Pyle som blir brukt som grunnlag for aldersbestemmelse, bruken av BoneXpert som datavare, oppgavens hensikt, avgrensning og til slutt problemstillingen.

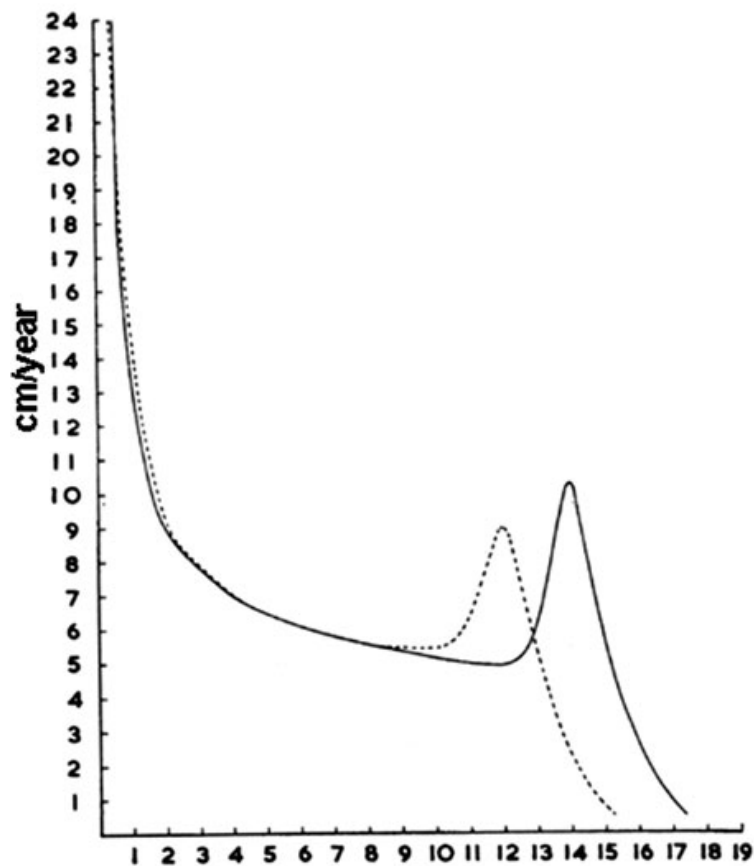
2.1 Osteologi - skjelettutvikling

Skjelettet til et voksent menneske består av 206 bein, foruten sesambein. Bein er en sammensetning av flere materialer, blant annet av protein (kollagen), mineraler, kompakt bein, spongiøst bein, beinceller etc. Bein er levende vev som i respons av ytre påkjenninger kan reparere, og reformere seg selv (modellering). Skaftet på beinet kalles diafyse, som et resultatet av det primære ossifikasjonssenteret. Enden av et lengdebein kalles for epifyse, dette utvikles fra det sekundære ossifikasjonssenteret. Når veksten av brusk i epifyseskiven avtar forbeines epifyseplaten (epifyse ”smelter” sammen med metafyse). Figur 1 viser til skjematisk presentasjon av endokondral beinformasjon (ossifikasjon), dette viser lengdevekst. Som regel stopper lengdevekst i 16-20 års alderen, og det er alltid modellering av beinvevet (Aiello, L., & White, T. 1993, s. 250).



Figur 1: Helt til venstre består skjelettet kun av brusk. I midten av figuren har det primære ossifikasjonssenteret dannet seg, og vekstsonen har kommet frem. I beinet helt til høyre i figuren, vises alle delene som er med på å skape vekst i skjelettet. Øverst er det sekundære ossifikasjonssenter, og epifyse. Deretter observerer man vekstplaten, metafyse og diafyse (Gilsanz, V og Ratib 2005 s. 2)

Ved å sammenligne fyseskivene (vekstsonene) og hvor ossifisert disse er, kan en estimere skjelettalderen. Evaluering av skjelettmodning utføres ofte hos barn. Skjelettalder betraktes som en viktig indikator på modenhet. Biologisk alder antas å gjenspeile pågående langsgående endringer i en person. Det er imidlertid et tverrsnittsmål tatt på et enkelt tidspunkt. Biologisk alder defineres fra samspill av stående høyde, skjelettalder, kjønn og kronologisk alder (Cairney, et. al. 2014). Det er ikke klart hvilke faktorer som bestemmer et normalt vekstmønster, men at genetikk, tyroidea-, vekst-, og kjønnshormoner spiller en viktig rolle, samt søvn og kosthold. Hvilke hormonelle faktorer som er mest essensielle for å stimulere skjelettmodning i denne tilstanden er fortsatt kontroversiell (Gilsanz, V, og Ratib 2005, s. 2; Kim, S. E 2017). Malin, R. et. al (2015) skriver at skjelettalder er en prosess som forekommer i alle kroppsvev, organer og systemer. Observasjon eller måling av prosessen gir en indikasjon på fremgang mot modenhet/moden tilstand. Dette vurderes ut fra statusnivå av modning i observert kronologisk alder. Kronologisk alder beregnes fra fødselsdatoen, til det måles. Sekundære kjønnsegenskaper indikerer pubertetsstatus. Dette inkluderer kjønnshår, hår i armhuler, bryster, og menark hos jenter; og kjønnsorganer, stemmeforandring og ansiktshår hos gutter (Malina, R et. al. 2015).



Figur 2: Graf av hvordan vekstspurtene av lengdevekst til jenter (stiplet linje), og gutter (heldekkende linje) utvikler seg fra fosterstadiet frem til 18-19 års alderen (Bozzola, Mauro & Meazza 2012)

Bozzola, Mauro & Meazza, Christina (2012) definerer høyde, eller veksthastighet som en variabel underordnet måling av høyde eller vekt på forskjellige tidspunkter. Dette representerer økning i høyde eller vekt i en fast periode. Hos kvinner begynner vekstspurtene allerede i alderen 10,5 år, og når en topp (peak) på 12 år. Guttene er litt senere, og deres pubertalspurt av lengdevekst er først på 12,5 år og peaker i 14 års alderen. Vurdering av veksthastighet er blant annet sentral for diagnosen vekstretarding. Ved tilfelle av

svært lav enverdig verdi for høydehastighet, bør det gjennomføres en endokrinologisk evaluering. Kurven (figur 2) viser en veksthastighet både for gutter (heldekkende linje) og jenter (stiplet linje). Det legges vekt på kurvens utvalg av hankjønn, da bacheloroppgavens utvalg baseres kun på gutter. De viser til graf (figur 2) med vekstspurt fra 0-19 år og 0-24 år i veksthastighet definert som centimeter per år (cm/år). Vekstspurtene starter som tidligere nevnt når gutter fyller ca. 12,5 år. Fra da toppen grafen opp til 10 cm/år. Grafen går så bratt nedover igjen, til den flater ut i 0 cm/år i alderen 17-18 år (Bozzola, Mauro & Meazza, Christina 2012).



Figur 3: Vekstserie av tibia (skinnleggen). Tibia helt til venstre er fra et nyfødt barn, og de større strekker seg videre til individer i alderen 1,6,6,10,12 og 18 år (Aiello, L., & White, T. 1993 s. 47).

Skjelettalder er målt i år, og hvis et barn har en skjelettalder på 10 år, betyr dette at barnet har modningsnivå tilsvarende en gjennomsnittlig 10-åring fra Ohio på 1930 - 1940 tallet, hvor studien til Greulich og Pyle tok sted (Visiana, Hørsholm Denmark). Figur 3 viser en illustrasjon av ulike vekstsoner av tibia (skinnleggen), til de lukker seg.

2.2 Konvensjonell vurdering – Greulich og Pyle

I dette delkapittelet beskrives Greulich og Pyle atlaset da denne metoden for å vurdere skjelettmodning er den som brukes mest i klinisk sammenheng i vestlig del av verden, samt at programmet BoneXpert baserer sin skjelettmodningsbestemmelse på samme atlas (Thodberg, H., Kreiborg, S., Juul, A., & Pedersen, K. 2009, s. 53). Tanner – Whitehouse er en annen anerkjent metode, men er mer tidskrevende, mindre omtalt og mindre brukt (Martin, D. et. al. 2011). *The Radiographic Atlas of Skeletal Development of Hand and Wrist*, også kjent som Greulich og Pyle - atlaset, ble første gang publisert i 1950 av Dr. William Walter Greulich og Dr. Sarah Idell Pyle. Bakgrunnen for at Greulich og Pyle - atlaset ble utviklet var vurdering av et individ opp mot normal skjelettalder. Dette er ønskelig for å se gjennomsnitt og variasjon for kronologisk alder fordelt fra et modningsstadium. Greulich og Pyle atlaset består av referansebilder for gutter og jenter separat, og strekker seg fra fødsel og opp til 18 - 19 års alderen på begge kjønn. Ved siden av hvert røntgenbilde står det alder og en beskrivelse med

viktige endringer man kan observere ved dette stadiet (Dahlberg, P et. al, 2017, s. 18). I 2017 skrev Folkehelseinstituttet en rapport som sammenfatter forskningsbasert dokumentasjon på samsvaret mellom skjelettalder fra Greulich og Pyle - atlaset og kronologisk alder. Det er gjennom røntgenbilde av hånd og håndrot at det lar seg vurdere en kronologisk alder opp mot et graderingssystem for skjelettalder. Det finnes i følge Folkehelseinstituttets rapport ingen konsensus om hvilket graderingssystem som er best egnet til dette formålet, men det finnes flest publikasjoner om Greulich og Pyle - atlaset (Dahlberg, P et. al, 2017 s. 16-17).

Som den vanligste teknikken, er Greulich og Pyle basert på gjenkjennelse av modenhetsindikatorer, det vil si endringer i det radiografiske utseende til epifysene av rørformede bein fra tidligste stadier av ossifisering til fusjonering med diafyse (Gilsanz, V, og Ratib, 2005, s.7). De skriver videre at av mest hensiktsmessige knokler i hånd og håndledd som indikatorer for skjelettmodning i et friskt barns utvikling er det carpalene, metacarpalene og phalangene. Det er disse knoklene som er konstant, både hos gutter og jenter. Greulich og Pyle anbefalte ingen spesiell teknikk for bruk av atlaset, men heller bruke sin egen metode i forhold til preferansen (Gilsanz, og Ratib 2005 s. 7 - 10). Videre i den nevnte litteraturen presenterer de oppdelte alderskategorier for skjelettmodning. Tidlig og midtpubertet er definert som 9 -14 år for hankjønn. Skjelettmodning blir her evaluert på størrelsen til epifyseskiven i de distale phalangene, og den midterste phalangen. Figur 3 gir en fremstilling av progressiv vekst av epifysen, som i dette stadiet blir større enn metafysen, og dermed overlapper. Det observeres hornliknende strukturer i hver ende av epifysen, på bildet helt til høyre (figur 4) i alderen 14 år (Gilsanz, V, og Ratib 2005 s.16).

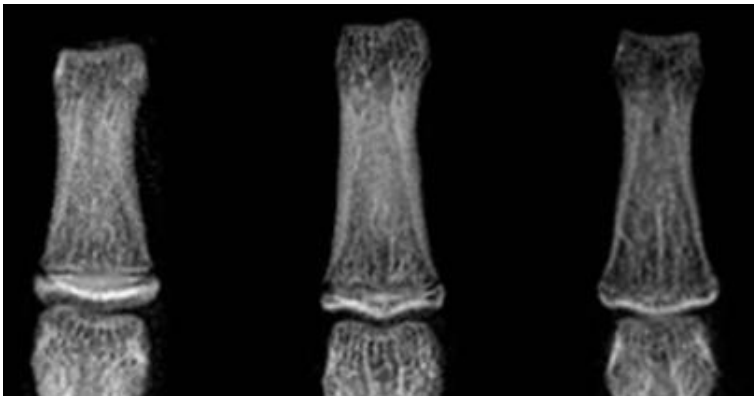


Figur 4: Tidlig og midtpubertet: hankjønn, vekstsone vises her fra venstre i alderen 9 til de er på vei til å lukkes i alderen 14 år, helt til høyre (Gilsanz, V, og Ratib 2005 s.14)

Seinpubertet er definert som 14 -16 år for hankjønn og skjelettmodning blir her evaluert primært basert på graden av epifyseskivefusjon av de distale phalangene. Figur 5 viser fra

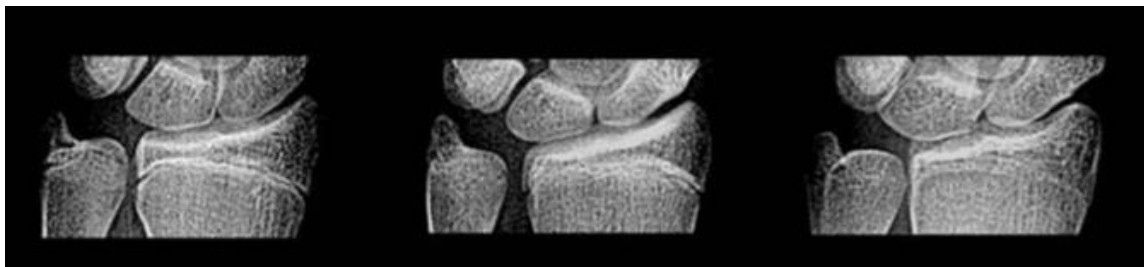
venstre til høyre en vekstgradering av epifyse til metafyse, som vanligvis begynner i senter av fysisen. Fusjon av epifyseskiven til metafysen i de lange knoklene av hånden har en tendens til å oppstå i en karakteristisk mønster som følgende:

1. Fusjon av distal phalang
2. Fusjon av metacarpaler
3. Fusjon av proksimale phalanger
4. Fusjon av midtphalanger



Figur 5: Seinpubertet for hankjønn. 14 år helt til venstre i figuren, og frem til 16 år helt til høyre i figuren (Gilsanz, V, og Ratib 2005 s.15).

Postpubertet er her definert som 17 - 19 år for hankjønn og på dette stadiet er carpal, metacarpal, og phalanger ferdig utviklet, og epifyseskivene er lukket. Skjelettvurdering blir nå vurdert ut fra graden av epifyselukking ved radius og ulnae. Under viser figur 6 hvordan epifyseskivene gradvis lukker seg, i en alder fra 17 - 19 år, fra venstre mot høyre (Gilsanz, V, og Ratib 2005 s.16).



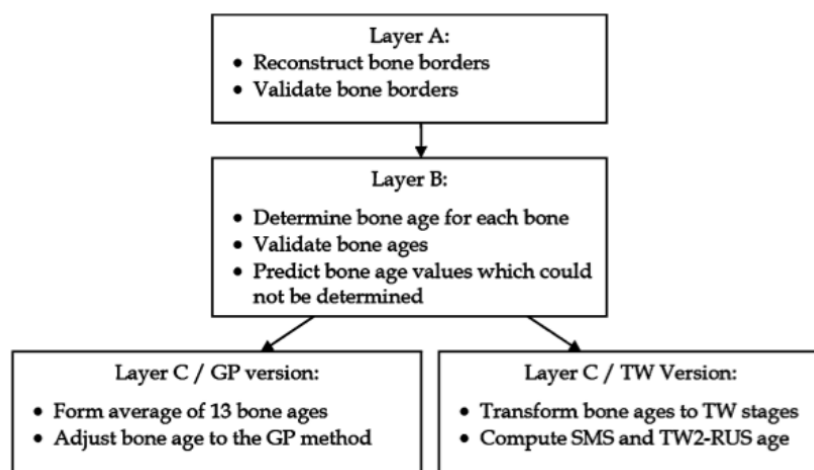
Figur 6: Postpubertet: hankjønn 17-19 år. (Gilsanz, V, og Ratib 2005 s.16).

2.2.1 Automatisert metode - BoneXpert

BoneXpert (Visiana, Hørsholm Denmark) er et kommersielt tilgjengelig program som blir benyttet for å estimere skjelettalder basert på automatisk gjenkjenning av bein og fyseskiver. Programmet blir brukt ved barnerøntgen på Haukeland Universitetssykehus.

Maskinlæring er en gren av kunstig intelligens basert på ideen om at systemer kan lære av data, identifisere mønstre og ta beslutninger med minimal menneskelig inngrep (Parker & Forster, 2018, s. 1)

Sitatet forteller om kunstig intelligens og maskinlæring med sine potensielle fordeler, likevel skal det tas hensyn til pasientsikkerhet. Som radiolog og radiograf er det viktig med opplæring og det gjelder å forstå hvordan algoritmene fungerer så man selv vet hvordan maskinen opererer og konkluderer seg frem til resultatene. For å håndtere større mengder med datamateriale må nye tilnærminger inkluderes (Van Ginneken et. al. 2011). Datamaskinstøtte diagnose (CAD) kan i følge Van Ginneken et. al. (2011) være løsningen. CAD har muligheten til å påskynde diagnoseprosessen, redusere diagnostiske feil og forberede kvantitativ evaluering. Studien deres vurderer bruken av CAD med deres dataalgoritmer for å hjelpe til i bildetolkningsprosessen. BoneXpert er et automatisk vurderingsprogram som kan prosessere et bilde i løpet av 5 sekunder (Van Ginneken et. al. 2011, s. 726). BoneXpert er i følge produsenten et program som revolusjonerer en konvensjonell skjelettvurderingsmetode og i 2018 var det 135 sykehus som tok i bruk programmet (Visiana, Hørsholm Denmark). Oppbyggingen av BoneXpert kan deles inn i tre lag; Fra figur 7 illustreres første steg; Lag A rekonstruerer grensene fra 15 knokler. De fem metacarpalene, phalang av finger 1, 3, 5, radius og ulnae. Algoritmen av beinrekonstruksjon er en såkalt *generativ modell*, som muliggjør å generere kunstige men realistiske bilder av alle beinforme og tettheter. Abnormal knokkel kan med dette automatisk bli avvist. Lag B definerer skjelettmodningsverdier, kalt *intrinsic bone ages* for 13 av de 15 knoklene, her ekskluderes metacarpal 2 og 4 som kun er med for å måle beintetthet på de tre midterste metacarpalene.



Figur 7: Struktur av BoneXpert og bildeprosessering (Thodberg, H., Kreiborg, S., Juul, A., & Pedersen, K. 2009 s. 53)

Hvis det måles en større variasjon enn 2,4 år i skjelettalder i gjennomsnitt av alle knoklene er det ikke målbart. Senere i oppgaven, skal det vises til en deltaker som ikke lot seg vurdere, da BoneXpert oppga meldingen *Bone age retarded*. Lag C gjør *intrinsic bone ages* indre

skjelettalder til en gjennomsnittlig skjelettalder basert på treningssett av bilder med manuell vurdering (Thodberg, H., Kreiborg, S., Juul, A., & Pedersen, K. 2009 s. 53). BoneXpert består av 5 steg:

1. En generativ modell for beinrekonstruksjon
2. Forutsigelse av beinalder fra form, intensitet og tekstur utledet fra hovedkomponenter
3. Konsensusbeinalderkonseptet som definerer beinalder for hvert bein som det beste estimatet av beinalderen til de andre bein i hånden
4. Felles beinaldermodell for menn og kvinner
5. Den enhetlige modelleringen av Tanner – Whitehouse og Greulich & Pyle skjelettalder

Figur 8 er hentet fra oppgavens dataanalyse og viser to analyser gjort med BoneXpert. Den første viser en analyse der alle 15 knokler er målt, inkludert distale radius og ulnae. Den andre viser en analyse hvor det ikke er blitt målt rundt distale, og proksimale 3. phalang. Det vises i figur 8 en kort visualisering på hvordan bildene er analysert, og oppgaven vil i resultatdelen vise fullstendig analyse for å kunne drøfte problemstillingen.



Figur 8: f.v.: Analyse hentet fra datasett med alle 15 knokler inkludert i måling. Dette inkluderer phalanger, metacarpaler, og distale radius og ulnae. Høyre.: Måling hentet fra datasett hvor det er unøyaktig måling ved 3. distale phalang, og 3 midt phalang.

2.3 Hensikt

Denne oppgaven vil fokusere på skjelettalder hos unge gutter, basert på røntgen av venstre hånd, samt lengdevekst mellom to måletidspunkt. Dette kan være nyttig kunnskapsgrunnlag inn i debatten om bruk av skjelettalder i både seleksjon og i andre sammenhenger der skjelettalder blir brukt som vurderingsgrunnlag.

2.4 Problemstilling

Hvilken sammenheng er det mellom skjelettalder og høydevekst, skjelettalder og kronologisk alder hos gutter på 14 år, og hvordan utvikles det over tid?

2.5 Avgrensning

Denne bacheloroppgaven begrenser seg ved bruken av prosjektets deltakere til at de er født i året 2004, og er friske gutter. Oppgaven fokuserer hovedsakelig på guttene som en gruppe, men trekker også frem enkeltindivid for å illustrere variasjon. Faktorer som at de aktivt spiller fotball med eventuell treningsbelastning og skader blir ikke tatt stilling til. Det er heller ikke

tatt hensyn til etnisitet. BoneXpert har muligheten til å måle predikert voksenhøyde, men grunnet tid og omfang, tar ikke denne oppgaven stilling til disse målingene.

3.0 MATERIALE OG METODE

Dette kapittel viser metoden som er brukt for å besvare problemstillingen. Det vil bli presentert valg av metode, forskningsdesign, utvalg, og datainnsamling. Videre vil det bli gjort rede for oppgavens validitet og reliabilitet, variabler, forskningsetisk vurdering, dataanalyse, statistikk og gjennomføring av røntgenundersøkelser og høydemålinger.

3.1 Valg av metode

Thrane (2018 s. 17) hevder at siktemålet med forskning er å komme frem til ny, sann kunnskap. Ved bruk av kvantitativ metode henter en inn målbar informasjon, utfører statistiske analyser, tolker og presenterer denne informasjonen. Problemstillingen i denne oppgaven søkes besvart med en kvantitativ metode fordi det brukes målbare data som skjelettalder, kronologisk alder og høyde.

3.1.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign handler om hva slags type overordnet rammeverk vi velger for å besvare en problemstilling (Thrane. C. 2018 s. 23). Denne studien tar i bruk test-retest design, hvor hver forsøksperson er sin egen kontroll da det utføres repeterte målinger over tid. Undersøkelser der data samles inn på flere enn ett tidspunkt defineres som en longitudinell undersøkelsestype (Johannessen, A. et. al, 2011, s. 79). Denne oppgaven baserer seg med dette på en longitudinell undersøkelse hvor samme gruppe mennesker er blitt målt med samme protokoll, flere ganger. Johannessen (2011, s. 81) skriver at det skilles mellom flere ulike longitudinelle undersøkelser og en av dem er kohortundersøkelser. Videre skriver de at kohortundersøkelse er en type undersøkelse hvor deltakerne som deltar har en felles livsbegivenhet. Klassisk kohortstudie er i følge Aandstad (2010 s.10) en gruppe mennesker som blir fulgt over en periode for å se hvor mange som for eksempel utvikler en bestemt egenskap, som igjen kan skyldes ulike eksponeringer. Kohortstudier pågår gjerne over flere år, 10 eller mer, dette er fordi det gjerne tar tid å utvikle en egenskap. Fotballprosjektet er således en kohortstudie, men denne oppgaven tar bare i bruk to måletidspunkt utført i løpet av 8 måneder.

3.2 Utvalg

Thrane (2018 s. 108) skriver at et utvalg er et utsnitt fra en større populasjon. Utvalget i denne bacheloroppgaven er gutter født i 2004, som representerer populasjonen unge friske gutter generelt i Norge. Det er tatt i bruk 67 personer fra prosjektet *Fotballspillere i utvikling* som har deltatt på begge målingene, og de spiller fotball på ulike klubbnivåer i sin årsklasse i Hordaland. Kronologisk alder blant utvalget er kjent. Det ble valgt etnisitet *Caucasian European North* på alle deltakere ved BoneXpert analysen. Det er ikke tatt i bruk spesifikt etnisitet av deltakere på grunn av faren for å kunne identifisere personer på grunnlag av oppgitt etnisitet. Deltakerne er blitt aidentifisert i prosjektet. Opplysninger om deltakere brukt i denne oppgaven er pseudonymisert. Navn er erstattet med en ID-kode, her definert som koblingsnøkkel (NSD – norsk senter for forskningsdata). Tabell 1 under viser til utvalgets inklusjon- og eksklusjonskriterier. Utvalget består ikke av de født i 2005, og de som kun har deltatt på én måling, eller de som har valgt å melde seg ut av prosjektet i løpet av testperioden.

Inklusjonskriterier:

Eksklusjonskriterier:

Frivillig deltakelse i <i>Fotballspillere i utvikling</i>	Ikke født i 2005
Målt to ganger på 8 måneders periode	De som kun har deltatt på en måling
Gutt bosatt i Hordaland	De deltakerne som har valgt å gå ut av prosjektet
Kjent kronologisk alder	Ikke mulig å måle

Tabell 1: Tabellen viser en oversikt over inklusjon- og eksklusjonskriterier for oppgavens utvalg

3.3 Datainnsamling

Primærdata i denne oppgaven er røntgenbilder, og sekundærdata er høydemålinger gjort av andre prosjektmedarbeidere. Det har til dags dato blitt gjennomført to målinger.

Datamaterialet er blant annet blitt hentet inn via røntgeneksperiment utført av meg selv som radiografstudent, og andre medstudenter etter en standardisert protokoll (se vedlegg 1). Den

første målingen ble gjort mai 2018, og den andre målingen januar 2019. Eksperimentet er utført på Høgskulen på Vestlandet (HVL) sitt røntgenlaboratoriet. Røntgenbilder ble tatt ved hjelp av Siemens Ysio Max med det integrerte bildesystemet FLUORPSPO Compacts (programvareversjon VE10) fra Siemens Healthineers, Erlangen, Tyskland. Bildedetektor som ble tatt i bruk er Max mini detektor 24 cm x 30 cm x 1,6 cm; 1,6 kg Cesium iodide scintillator (Siemens healthcare 2009).

3.4 Validitet og reliabilitet

Det tilstrebes både høy validitet og høy reliabilitet, men vurderingen av om dette er oppnådd er et gradsspørsmål heller enn et spørsmål om absolutter (Thrane, C. 2018). Thrane (2018 s. 47) definerer validitet som gyldighet; hvorvidt en evner til å måle det teoretiske begrepet en faktisk ønsker å måle. Indre validitet er et mål som definerer hvor godt man har målt det man skulle måle. En trussel mot validitet kan være systematisk målefeil, da måles noe annet enn hva man egentlig ønsker å måle. Ytre validitet er et mål på hvor representativt funnene er i forhold til målpopulasjonen. Samme litteratur definerer reliabilitet som pålitelighet, det vil si presisjon av oppgavens variabler, og om målefeil eller unøyaktighet. Reliabilitet er et mål på troverdigheten av undersøkelsen. Det definerer i hvor stor grad andre forskere kan gjenskape samme undersøkelse og få samme resultat. Det som kan sette reliabilitet i risk er for eksempel unøyaktige opplysninger fra deltakeren sin side, eller målefeil fra den som registrerer data. Det kan være plassert feil tall i feil celle ved utregning (Thrane, C. 2018 s. 48). I denne oppgaven har jeg etterstrebet å ha høy validitet og reliabilitet ved å bruke en standardisert protokoll for bildeopptak og bildeanalyser, systematisk tilnærming ved bildeanalyser og bruk av kjent programvare. Det var og en autorisert radiograf som var ansvarlig og tilstede under røntgenundersøkelsene. Røntgenbildene ble tatt av studenter med erfaring fra skjelettrøntgen og pasientkommunikasjon.

3.4.1 Variabler

Oppgavens problemstilling tar for seg variablene variasjon av høyde, kronologisk alder, og skjelettalder. I tilfelle av regresjonsutregningen er variabelen høyde definert som X og skjelettalder Y. Y er en avhengig variabel, som avhenger av X, den uavhengige variabel (Løvås, G 2018). Ved utregning av boksplottet er ingen av variablene definert, det brukes kronologisk alder, og skjelettalder.

3.5 Forskningsetisk vurdering

Prosjektledelsen sendte en forespørsel (se vedlegg 2) til spiller fra fire ulike lag i Bergen, samt krets lagsspillere. Alle lagene var G14 (f. 2004), og syv av spillerne er født i 2005 (H. S. Gundersen, prosjektleder, personlig kommunikasjon, 31.04.2019). I skrivet ble det informert om prosjektet *Fotballspillere i utvikling*, hvilke hensikter prosjektet har, hva studien innebærer, fordeler og ulemper, hva som skjer med testresultatene og at deltakelse er helt frivillig, med mulighet for å avslutte til en hver tid.

Dalland (2012) skriver at det gjelder å ivareta personvernet og sikre troverdigheten av forskningsresultater. Spesielt i medisinsk forskning handler det om å unngå at forskningsdeltakere blir påført skade eller unødvendig belastninger. Deltakere brukt til denne oppgaven har i prosjektet *Fotballspillere i utvikling* skrevet under et samtykkeskjema (se vedlegg 2) i samråd med sine foresatte. For å kunne bruke data fra prosjektet er det blitt sendt inn søknad til REK, og den er blitt godkjent ved godkjeningsnummeret 2017/1731. Røntgenlaboratoriet på Høgskulen på Vestlandet har fått godkjenning av Statens strålevern til å bli brukt i forskningseksperimentet, og på personer. Vedlegg 2 informerer deltakerne om at stråledosen er svært lav. Stråledosen er på ca. 0,001 mSv per røntgenbilde, noe som er lite sammenlignet med bakgrunnsstråling. Mottatt dose sammenlignes med en flytur fra Bergen til Oslo. Mottakskontroll og kontroll av strålehygieniske faktorer ble utført av medisinsk fysiker før oppstart av prosjektet.

3.6 Dataanalyse

Røntgenbildene er analysert med BoneXpert (versjon 2.4.5.1/1.6.1.1 Visian, Danmark) i samarbeid med Cecilie Brekke Rygh, medarbeider i prosjektet og veileder til denne bacheloroppgaven. Totalt er det inkludert 134 røntgenbilder i oppgaven, dette tilsvarer 67 deltakere. I analysen er tre deltakere ekskludert, og det totale antallet deltakere i statistikken er $n=64$.

3.7 Statistikk

Denne delen av oppgaven presenterer statistikken ved bruk korrelasjon- og regresjonsanalyse. Data ble analysert med en korrelasjonsanalyse for å se om variablene har en sammenheng. Deretter ble det gjort en regresjonsanalyse. Ved bruk av regresjonsanalyse vil vi se hvilken sammenheng materialet har (Løvås, G. 2018 s. 293). For å visualisere forskjellene mellom

kronologisk alder og skjelettalder er det blitt tatt i bruk boksplokk Graph Pad Prism 8. Formlene som er tatt i bruk er utarbeidet fra dataprogrammet Excell. Figur 9 viser til formel for oppgavens korrelasjonsanalyse.

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Figur 9 Korrelasjonskoeffisient hentet fra Excell

Formelen beskriver korrelasjonskoeffisienten Pearsons r . Pearsons r angir både typen samvariasjon, og styrken. Type defineres om samvariasjonen er positivt, negativ eller fraværende. Korrelasjonskoeffisienten er standardisert som kan variere mellom -1 og +1. En korrelasjon som viser 0 er et uttrykk for at det ikke eksisterer noen lineær sammenheng. En korrelasjon på -1 viser et fullstendig negativt sammenfall (Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tuft, P 2011 s. 321). Johannessen et. al (2011) konkluderer med en tommelfingerregel av en skala fra veldig svak, til meget høy for å definere graden av korrelasjon. Den enkleste form for sammenheng og relasjon mellom to variabler er en rett linje. I en lineær regresjonsmodell er det en lineær sammenheng mellom responsvariabel og forklaringsvariabel. Den rette linjen er av formel $\hat{y} = \alpha + \beta \times$ hvor β er stigningskoeffisienten til linjen og α er skjæringspunktet med Y-aksen. Regresjonslinjen er en matematisk modell som viser retning og styrke på den lineære sammenhengen mellom to kvantitative variabler, hvor en variabel forklarer eller predikerer den andre. Straks estimatene er klare kan en beregne regresjonslinjen med minste kvadraters metode. Regresjonslinjen er summen av kvadratene på de vertikale avstandene for datapunktene der linjen er så liten som mulig (Løvås, G 2018).

Denne oppgavens problemstilling tar for seg blant annet variasjon av høyde, som i dette tilfelle defineres som \times . Variasjon i variabler, uavhengig av \times , kan forenklet oppsummeres i et matematisk uttrykk hvis man følger Thrane sitt eksempel. Videre skriver Thrane at R-squared (R i annen) forteller om hvor mange prosent av variansen den avhengige variabelen som forklares av de uavhengige variablene i modellen. Et høyt R^2 er ønskelig (Thrane, C. 2018 s. 91-92.) Figur 10 er funksjonen for RETTLINJE i Excell, denne funksjonen bruker minste kvadraters metode til å bestemme den beste tilpasning av data i spredningsdiagrammet.

$$y = mx + b$$

Figur 10 Funksjonen RETTLINJE i Excell bruker minste kvadraters metode til å bestemme beste tilpassing av dataene.

Løvås. G (2018, s. 52) sier boksploott er en grafisk fremstilling av minste og største observasjon sammen med medianen og to kvartiler. Marthinsen, K., Hagen J. E., Baggethun, P (2019) skriver at median i statistikk er et sentralitetsmål som definerer verdien til tallet som deler et utvalg i to deler. Hver del har like mange elementer. Strekene som er høyest og lavest, med utstikkere (whiskers) visualiserer de høyeste og laveste målingene i settet. Median er det samme som 50 - prosenttilet, det vil si at 50% av observasjonene er mindre enn median (Marthinsen, K., Hagen J.E., Baggethun, P. 2019)

3.8 Gjennomføring av røntgenundersøkelser og høydemålinger

Eksperimentet ble gjort gruppevis, og for hver gruppe var det to radiografstudenter som utførte eksperimentet. En radiografstudent tok seg av mottakelse, og posisjonering av deltakeren. Den andre radiografstudenten holdt kontroll på ID-nummer, inntasting av data, og eksponering, - i samarbeid med den andre radiografstudenten. Eksperimentets standardiserte protokoll har i utgangspunktet liten fokusstørrelse, ingen bruk av raster, eksponeringsverdi kV 45-55, og mAs 1-3 (begge avhengig av alder). Røntgenrøret er rett, med en meter avstand mellom rør og detektor. Det ble ikke gjort prosessering av bildene, eller bruk av filter. BoneXpert har sine kriterier for å kunne analysere bildene, og det er derfor ikke gjort prosessering av bildene. Ved posisjonering satt deltakeren på en krakk med venstre hånd posisjonert i PA-posisjon flatt på detektor. BoneXpert krever minst 3 cm av distale radius og ulnae for å bli registrert. Underarm var i plan med detektor. Fingre spredt. Deltakeren satt med bekken og bein parallelt med underarmen. Bekken og bein skulle ikke plasseres under røntgenbordet, dette for å unngå unødvendig stråling mot bekkenregionen. I field of view (FOV) var hele hånden inkludert, både distale phalanger, og minimum 3 cm av distale radius og ulnae (maks 4 cm). Sentreringspunkt var midt på tredje metacarpal.

Høydemålinger ble utført av en prosjektmedarbeider fra *Fotballspillere i utvikling*. Høyde ble målt med et stadiometer (Seca 206 and Seca 217, Hamburg, Germany), målt til nærmeste 0,01

cm. Som standard prosedyre ble alle høydemålinger utført barfot, der forsøkspersonene fikk instruksjon om å stå med strake bein og rett rygg inntil en vegg.

4.0 RESULTAT

I dette kapitlet blir oppgavens resultater presentert. Det vil bli gjort rede for resultater fra estimerte kronologiske alder, høydemålinger og BoneXpert - analyse. Til slutt blir resultatene lagt frem sammenlagt hvor det aktualiseres hvordan variablene korrelerer mellom måletidspunkt 1 og måletidspunkt 2.

4.1 Kronologisk alder

Fra kronologisk alder viser tabell 2 fra mai 2018 et gjennomsnitt på 14,01 år. I januar 2019, er gjennomsnittet på 14,60 år. Det er 0,59 år mellom tidspunktene. Det laveste fra mai 2018 er estimert 13,35 år og høyeste 14,41 år. Det laveste fra januar 2019 er estimert 13,69 år, og høyeste 15,02 år.

Kronologisk alder:	Gjennomsnitt	Median	St. avvik	Laveste	Høyeste
Mai 2018	14,01	14,02	0,28	13,35	14,41
Januar 2019	14,60	14,61	0,30	13,69	15,02
Differanse mellom måletidspunkt	0,59	0,59	0,02	0,34	0,61

Tabell 2 viser resultat fra kjent kronologisk alder i mai 2018 og januar 2019

4.2 Høyde

Fra den første målingen i 2018 av høyde vises det i tabell 3, at deltaker D måler 149 cm. Den høyeste er en annen med 183 cm, som gir en differanse på 34 cm. I 2019 er det mellom høyeste og laveste en forskjell på 33 cm – 155 cm og 188 cm. Gjennomsnittet fra mai 2018 er 167,51 og i 2019 på 171,11 cm. Gruppen har i snitt vokst 3,6 cm mellom de to målingene. Figur 12 viser til første og andre måling av deltaker D. Denne deltakeren målte av høyde lavest i mai med 149 cm, men målte 155 cm ved måletidspunkt nummer 2. Deltakeren har nesten vokst dobbelt så mye mer, enn hva gruppen har gjort. Standardavviket på 0,67 indikerer på at utvalget har stor variasjon.

Høyde:	Gjennomsnitt	Median	St. avvik	Laveste	Høyeste

Mai 2018	167,51	167	7,47	149	183
Januar 2019	171,11	171,2	6,8	155	188
Differanse mellom måletidspunkt	3,6	4,2	0,67	6	5

Tabell 3 viser resultat av høydemåling fra 2018 og 2019

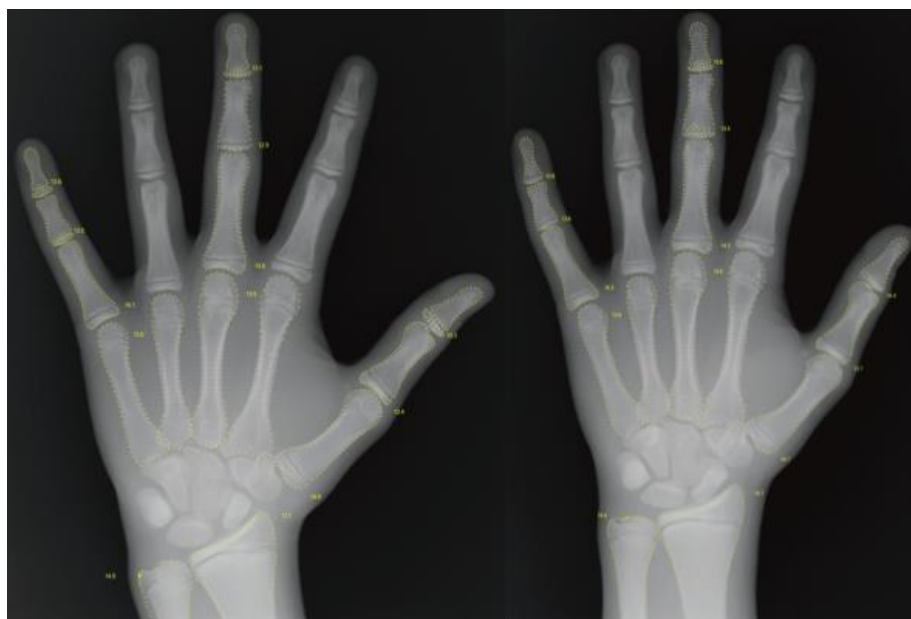
4.3 Skjelettalder

Resultat fra BoneXpert viser at det er en noe større variasjon i skjelettalder enn kronologisk alder. Skjelettalder presenteres under i tabell 4 og viser til et snitt på 13,98 år fra 2018, og i januar 2019 14,72 år. Den yngste deltaker målt i 2018 er 11,55 år og høyeste måling samme år er 16,46 år. I januar 2019 målte yngste deltaker 12,39 år i skjelettalder, mens eldste målte 17,35 år. Fra yngste til laveste deltaker i 2018 skiller det 4,91 år og i 2019 skiller det 4,96 år. Mellom første og andre måling har gruppen i gjennomsnitt vokst med 0,74 år i skjelettalder.

Skjelettalder:	Gjennomsnitt	Median	St. avvik	Laveste	Høyeste
Mai 2018	13,98	13,75	0,93	11,55	16,46
Januar 2019	14,72	14,46	1,11	12,39	17,35
Differanse	0,74	0,71	0,18	0,84	0,83

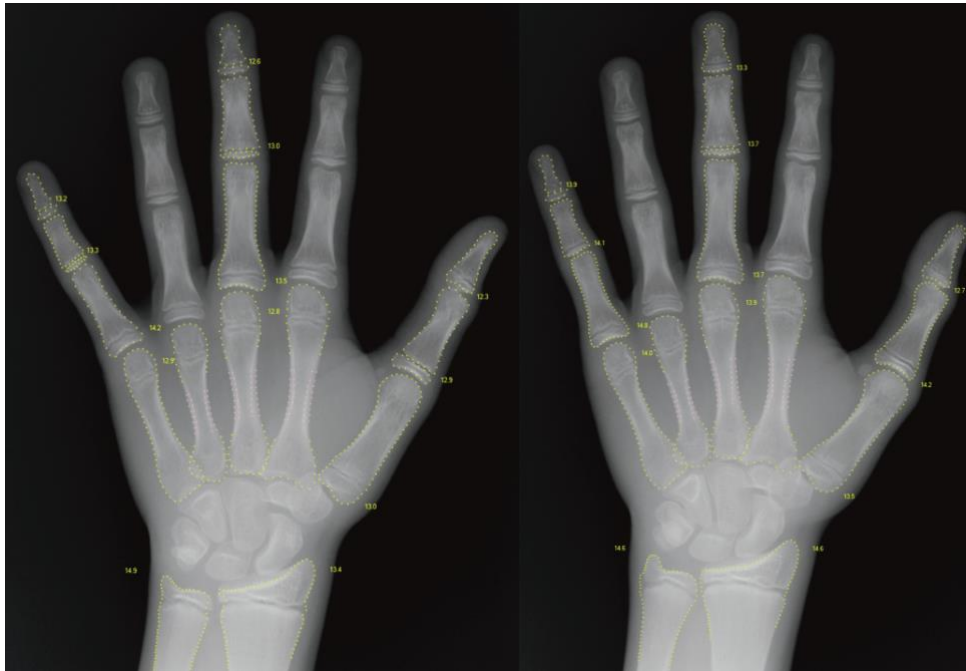
Tabell 4 viser resultat av fra målinger av skjelettalder fra 2018 og 2019

Røntgenbildet fra BoneXpert-analysen (figur 11) viser til deltaker C sin utviklingen fra første måling til andre måling. Deltakeren sin skjelettalder målte i 2018 13,54 år, og i 2019 14,01 år.



Figur 11 viser BoneXpert-analyse fra deltaker C henholdsvis 2018 (venstre) og 2019 (høyre)

Figur 12 viser til første og andre måling av deltaker D. Fra tabell 5 viser knoklenes utvikling ingen nevneverdig fremgang sammenlignet med gruppen, men deltakeren vises på grunn av høydeveksten.



Figur 12 viser BoneXpert-analyser fra deltaker D i henholdsvis 2018 (venstre), og 2019 (høyre)

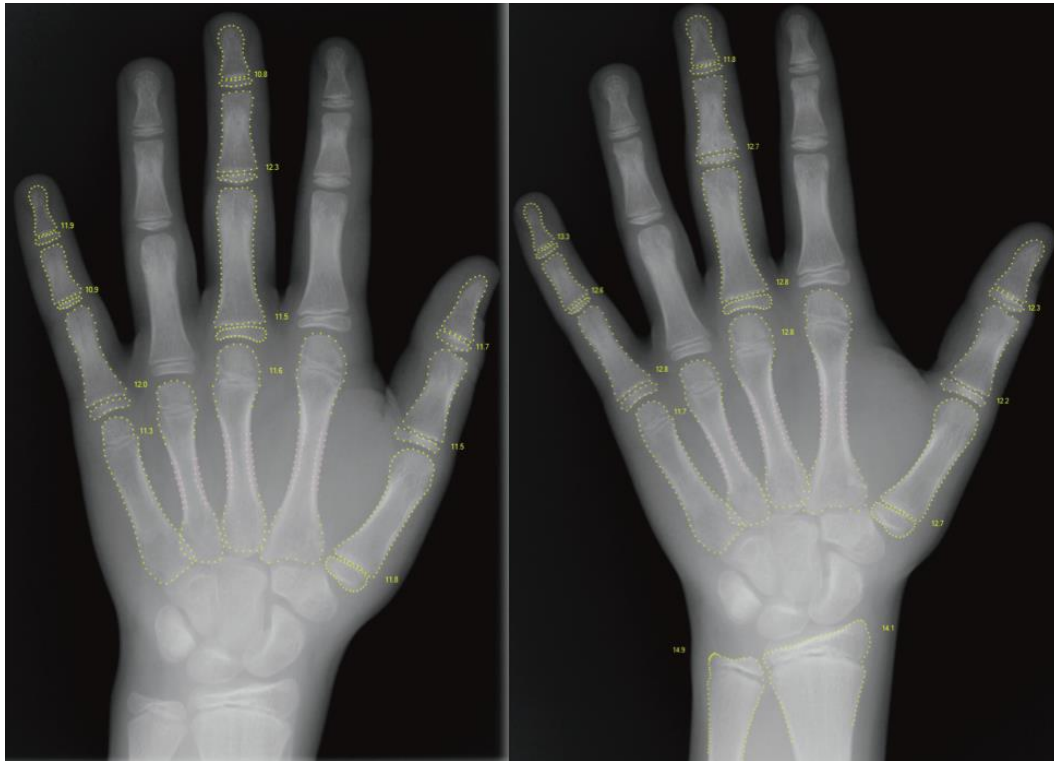
Under vises analyse av røntgenbildene til deltaker E (figur 13) og det observeres at epifyseskivene i enkelte knokler fra siste målingen, er nesten lukket. I hele lillefingeren (distale, midt og proximal phalang), måles en gjennomsnitt på 18,2 år i skjelettalder fra 2019. Metacarpal 1 er målt 17,8 år i skjelettalder. I 2019 ble deltakeren sin skjelettalder målt til

16,61. Fra analysen i 2018 er den stiplede gule linjen rundt distale phalang 1 ujevn, og går utover, istedenfor rundt knokkel. Det er likevel blitt gjort en måling på 15,3 og med dette godkjent fra BoneXpert.



Figur 13 viser til BoneXpert-analyse fra deltaker E henholdsvis 2018 (venstre) og 2019 (høyre)

Deltaker F måler lavest i 2018 med skjelettalder på 11,55 år. I 2019 ble det målt til 12,80 år. I kronologisk alder er deltakeren i 2018 registrert født 2004, og får med dette en estimert alder på 14,06 år. I andre måling ble samme deltaker registrert født 2005, og fikk derav en kronologisk alder på 13,69 år, dette indikerer målefeil. Deltakeren er født i 2005. Ut fra analyserte røntgenbilder under (figur 14) kan det observeres generelt lav skjelettalder i knokler, og i første måling er hverken radius eller ulnae registrert, noe som kan være feil av posisjonering – BoneXpert krever minst 3 cm av distale radius og ulnae for å bli registrert. Den minste knokkel målt er midt phalang 5 med 10,9 år i 2018. I 2019 er samtlige knokler svært unge i forhold til fødeår, og en kan observere at epifysesnivåene har et par år igjen til de lukkes.



Figur 14 viser BoneXpert-analyse fra deltaker F henholdsvis 2018 (venstre) og 2019 (høyre)



Deltaker G målte i mai 2018 en skjelettalder på 13,75 år. I januar 2019 målte han skjelettalder 17,35 år. Dette er den høyeste i analysen, altså den deltakeren med høyest skjelettalder. Figur 15 viser venstre hånd til deltaker G. Vi ser her at 7 av 15 bein viser en skjelettalder på 18 år, eller mer. Metacarpal 1 viser måling på 19,1 år. Deltakeren målte 168,6 cm i første måling, så 169,9 cm på siste måling.

Figur 15 viser BoneXpert-analyse av deltaker G sin venstre hånd, en godt utvikst hånd med skjelettalder på 17,35 år.

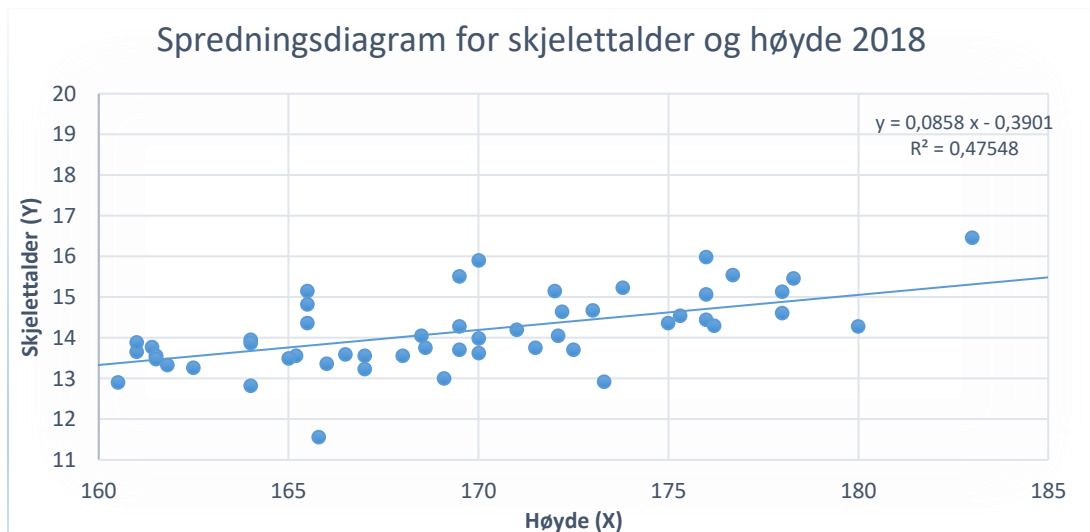
4.4 Sammenligning av skjelettalder og høyde, skjelettalder og kronologisk alder

Fra BoneXpert-analysen viser jeg med tabell 5 utviklingen fra første til andre måling hos de deltakerne som er blitt presentert med røntgenbilde under delkapittelet skjelettalder. For å se hvordan knoklene er vokst er det inkludert metacarpal 1, 3, 5, distale phalang 1, midt phalang 2, distale phalang 3, radius og ulnae. Til sammenligning har blant annet deltaker C vokst med 5,6 centimeter i høyden, og deltaker D har som tidligere nevnt vokst 6 centimeter i høyden. Metacarpal 3, og metacarpal 5 hos deltaker D har vokst likt med 1,1 år i skjelettalder (se tabell 5). Ulnae hos samme deltaker har gitt lavere målinger i 2019 enn i 2018. Metacarpal 1 hos deltaker E har vokst med hele 2,3 år 9 skjelettalder. Samme med phalangene, de har alle økt, og proximale phalang 5 har vokst med 2,9 år i skjelettalder.

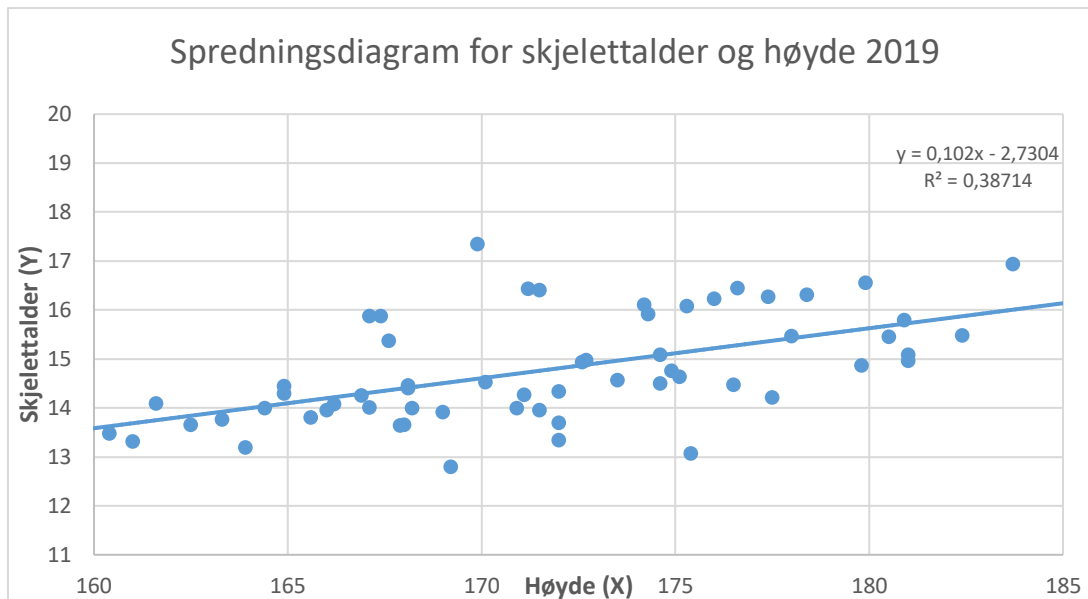
<i>Deltaker:</i>	C		D		E		F		G	
<i>2018/2019</i>										
Skjelettalder	13,54	14,01	13,18	13,89	15,37	16,61	11,55	12,80	13,75	17,35
Høyde	161,5	167,1	149	155	186	188	165,8	169,2	168,6	169,9
Metacarpal 1	14,90	14,70	13,00	13,50	15,50	17,80	11,80	12,70	-	19,10
Metacarpal 3	13,50	13,80	12,80	13,90	15,00	15,60	11,60	12,80	-	18,10
Metacarpal 5	13,00	13,90	12,90	14,00	15,10	15,90	11,30	11,70	-	17,40
Phalang 1(dist)	13,30	14,40	12,30	12,70	15,30	16,20	11,70	12,30	-	15,70
Phalang 3 (midt)	12,90	13,50	13,00	13,70	15,50	16,80	12,30	12,70	-	18,30
Phalang 5 (prox)	14,10	14,30	14,20	14,80	15,50	18,40	12,00	12,80	-	18,40
Radius	13,10	14,10	13,40	14,60	15,70	16,80	-	14,10	-	17,00
Ulnae	14,50	14,40	14,90	14,60	15,30	15,80	-	14,90	-	17,90

Tabell5: Tabellen viser til utvikling i utvalgte knokler fra BoneXpert-analysen 2018 og 2019 hos de presenterte deltakerne. Hver kolonne presenterer deltakere med størst variasjon fra utvalget, venstre i kolonnen er 2018 målinger, og høyre for kolonnen er fra 2019.

En del av problemstillingen for denne bacheloroppgaven, er å belyse hvordan høyde og skjelettalder korrelerer. Korrelasjonen mellom målt høyde og skjelettalder presenteres under i et spredningsdiagrammet. Diagrammet viser en økende rett linje mellom datapunktene. Med utgangspunkt for regneformelen pearsons r^2 korrelasjonskoeffisient viser målinger fra 2018 en korrelasjon på 0,475. Regresjonen viser hvor godt X-variablene forklarer endringer i Y-variabel. Resultater fra 2018 viser til at høyde forklarer som variabel 47% av variasjon i skjelettalder. Figur 17 gir målinger fra 2019, aksene er definert likt som forrige figur. Fra målingene gjort i 2019 ble det korrelasjon på 0,387, det vil si at høyde resulterer i en 38% variasjon i skjelettalder. Pearsons r^2 viser en positiv samvariasjon i begge datasett. Fra Johannessens tommelfingerregel, som tidligere nevnt, viser korrelasjonen fra 2018 seg som moderat, og fra 2019 svak i dette tilfelle.

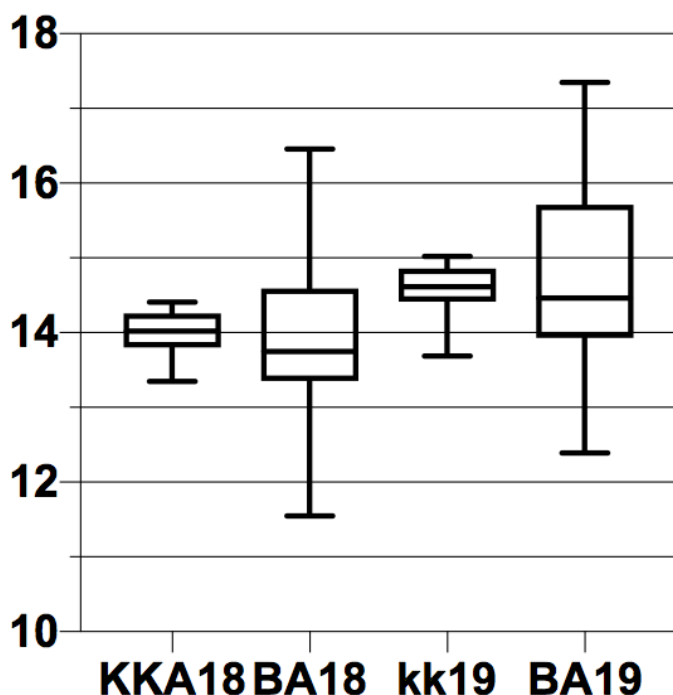


Figur 16 Spredningsdiagram for skjelettalder og høydevekst fra målinger gjort mai 2018. Diagrammet viser en økende rett linje. X = høyde målt 2018 160 cm – 185cm Y= Skjelettalder målt 2018 11 – 20 år i skjelettalder. Regresjonslinjen antyder at det er en sammenheng mellom variablene



Figur 17 Spredningsdiagram for skjelettalder og høydevekst fra målinger gjort mai 2019, diagrammet viser og en økende rett linje. X = høyde målt 2019 160 cm – 185 cm Y= Skjelettalder målt 2019 11 – 20 år i skjelettalder. Regresjonslinjen antyder at det er en sammenheng mellom variablene

Datasettet som sammenligner kronologisk alder og skjelettalder er her presentert med boksplokk (figur 18), som inneholder resultater fra både første og andre måling. X-aksen viser variablene fra estimerte kronologiske alder 2018 (KK18), deretter måling av skjelettalder i



Figur 18 Skjelettalder (BA), og kronologisk alder fremstilt i boksplokk fra Graph Pad Prism 8. Resultatene fra første og andre målinger viser en kollektiv vekst, men også stor variasjon, spesielt i BA.

2018 (BA – bone age 2018). Etterfulgt på samme akse er estimert kronologisk alder fra 2019 (KK19), og skjelettalder målinger fra 2019 (BA19). Fra estimert alder i mai 2018 (KK18) som er nesten halvveis i året, er median 14,01 år, og figuren viser at flesteparten har variert alder under 14 år. Måletidspunkt nummer 2 som tok sted januar 2019 er tidlig på året. I følge boksplokket er de aller færreste av deltakerne født tidlig på året, og det er en overrepresentasjon av de som fremdeles er 13 -14 år gamle. Kronologisk alder (KK19) viser en symmetrisk fordeling fra 2019 med median på 14,61. Estimering av kronologisk alder fremstilt i figuren viser at som en samlet gruppe, har de økt i alder fra første, til andre måling. Skjelettalderen blant utvalget er lavere på begge målinger, sammenlignet med kronologisk

alder. I 2018 (BA18) fra skjelettalder, er det resultater fra deltakere på under 12 år til deltakere på over 17 år, boksplottet viser til stor variasjon i skjelettalder. For resultater fra skjelettalder i 2019 (BA19) måler medianen 14,46 år. Mellom måletidspunkt 1 og måletidspunkt 2 har hele gruppen vokst med 0,75 år i skjelettalder, tilsvarende 9 måneder. I kronologisk alder er det 0,59 år, tilsvarende 7 måneder, noe som gir en forholdsvis større økning i skjelettalder enn eksakt tidsforskjell og dermed økning i kronologisk alder.

5.0 DISKUSJON

Denne oppgaven viser til 14 år gamle fotballspillere med ulik variasjon av vekst, og det ble nevnt tidligere i oppgaven at blant annet genetikk, søvnmønster og kosthold er faktorer som har innvirkning på skjelettutviklingen. Oppgaven har sett både på gruppen som helhet, og på individbasis på enkelte av guttene. Denne delen av oppgaven skal med dette drøfte resultatene opp mot teori. Det blir drøftet først estimert kronologisk alder og høydemålinger, skjelettalder og vurderingsgrunnlag deretter validitet og reliabilitet.

5.1 Alder og høydevekst

Tidligere i oppgaven ble det nevnt en pågående debatt i media og i fagkretser rundt aldersestimering. På bakgrunn av dette er det interessant å se hvordan skjelettalder og kronologisk alder korrelerer i en frisk gruppe av gutter i befolkningen. Dette skal vi se nærmere på dette i kapittelet. Kronologisk alder er i dette utvalget kjent da testpersonene oppgav fødselsdato og det drøftes i hvordan sammenhengen er mellom kronologisk alder og skjelettalder hos 14 år gamle gutter. Det er 8 måneder mellom første og andre måletidspunkt, resultatet av 7 måneder kan være blant annet på grunn av guttenes ulike fødselsdatoer, og antall dager ut i måneden da undersøkelsen ble utført. Boksplottet viser til at i januar 2019 er de færreste deltakere enda ikke estimert til 15 år i kronologisk alder. Noen er fylt 15 år, blant annet viser resultatene fra deltaker C at han kan være født tidlig på året, da kjent kronologisk alder i januar 2019 er tilsvarende en 15 åring (15, 02). Hans modningsnivå ble estimert også høyest ved første måling med 14,41 år. I kapittelet: Sammenligning av skjelettalder og høyde, skjelettalder og kronologisk alder (4.4) ser man en fullstendig oversikt (tabell 5) over hvordan de med størst variasjon har utviklet seg av høyde, skjelettalder, og utvalgte knokler fra BoneXpert.

Deltaker D målte lavest i 2018 med 149 cm og var også lavest i 2019, med 155 cm, men vokste 6 centimeter mellom måletidspunktene. Dette er veldig mye mer enn hva den høyeste

vokste. Den høyeste deltakeren vokste fra 183 cm, til 183,7 cm (0,7 cm) på 8 måneder. Dette viser til stor variasjon i høyde på deltakere som er født samme år. Store variasjoner som deltaker D kan resultere i at korrelasjonen i 2019 ble svak.

5.2 Skjelettalder og vurderingsgrunnlag

Mellom første og andre måling har gruppen i gjennomsnitt vokst med 0,74 år i skjelettalder. Gruppen har i snitt vokst 3,6 cm mellom de to målingene. Når det gjelder skjelettalder har deltaker G vokst mye sammenlignet med resten av gruppen. Deltakeren har vokst fra skjelettalder på 13,75 år i 2018 til 17,35 år i 2019. Deltakeren har vokst 3,6 år i skjelettalder. Det kan observeres fra 2019 BoneXpert – analysen til deltaker C (figur 15) at epifyseskivene er i større grad lukket og derav en høyere modningsgrad enn andre deltakere. Ut fra tidligere forskning og teori, kan denne deltakeren sitt skjelett defineres som postpubertet, hvor vi ser at carpal, metacarpal og phalang er på slutten av utviklingsfasen og vekstsonen skal til å lukkes. Det er fra dette stadiet at skjelettalderen blir definert ut fra epifyselukking ved radius og ulnae (Gilsanz, V, og Ratib 2005 s.16). Deltaker E (figur 13) har en skjelettalder på 16,61 år samme året som han målte høyest av utvalget med 188 cm. Dette tilsvarer 2,18 år mer i skjelettalder, deltakeren er med dette mer utviklet enn sine jevnaldrende.

I spredningsdiagrammet (figur 16) visualiseres sammenhengen mellom skjelettalder og høydevekst. Diagrammet viser til en positiv lineær korrelasjon mellom deltaker sin vekst av høyde, og vekst i skjelettalder. Dette viser til at alle deltakere har blitt høyere fra første måling, samtidig som skjelettet har modnet, som forventet i friske barn. Tabellen av statistikk, og BoneXpert analysen viser til at alle har vokst i ulikt tempo. Resultatene i denne oppgaven viser at deltakerne i snitt vokste 3,6 cm på 8 måneder, noe som gir en lengdevekst på 5,4 cm per år. I samsvar med teorien fra Bozzola, Mauro & Meazza, Christina (2012) og deres visualisering av vekstspurtene (figur 2) har deltakerne i denne oppgaven en økt veksthastighet i alderen 12 til 17 år.

Figur 16 viser alderen 11 - 20 år, med regresjonsanalyse av resultatet på 0,475. Grafen viser til et utvalg som vokser gradvis med skjelettmodning, med noe variasjon. Det er vanskelig å si absolutt at regresjonen gir i dette tilfelle en forklaringsvariabel med 47% av variasjon i skjelettalder. Dette er utfordrende da røntgenundersøkelsen kan betegnes som et øyeblikksbilde på modning dersom en ikke følger samme individ over tid, og det gir ikke et

riktig uttrykk for hvordan guttene vokser. Lengdevekst skjer i rykk og napp, så regresjonen gir en indikasjon på hvordan sammenhengen mellom høyde og skjelettalder er hvis veksten hadde vært jevn og regelmessig. Regresjonsanalyse fra målinger gjort i januar 2019 viser også til en positiv korrelasjon, med en oppadgående rett linje, som indikerer at variablene har en sammenheng. Målingene viser en korrelasjon på 0,382. Ut fra grafen å lese er det flere datapunkter blant annet mellom høyden 180 cm og 185 cm, sammenlignet med samme parti fra 2018. Det er gjennom minste kvadraters metode at grafen er utarbeidet, det tilsier at avstanden mellom datapunktene og den rette linjen har større avstand, enn diagrammet fra 2018. Det kan også leses av i tabell skjelettalder målt i 2019 har et standardavvik på 1,1 noe som kan indikere på stor spredning i målene. Folkehelseinstituttets resultater med forskning mellom skjelettalder og kronologisk alder har en gjennomsnittsforskjell på over ett år. Resultat fra denne oppgavens resultater viser at det er en noe større variasjon i skjelettalder enn kronologisk alder sammenlignet med rapporten til Folkehelseinstituttet.

Siden den første studien ble presentert i 1898 har det blitt publisert mange ulike metoder for å vurdere barns skjelett (Martin, D. et. al. 2011). Det er likevel to som er blitt værende, og som brukes til den dag i dag – som tidligere nevnt Greulich og Pyle – atlasen, og Tanner - Whitehouse. Instruksjonene for bruken av Tanner – Whitehouse metoden tilsier at hvert bein skal analysere separat, likevel er det kun noen bein som blir tatt med i betraktningen. Sistnevnte krever en mer detaljorientert arbeidsmetode. Teknikken deres baserer seg etter modenhetsindikatorer som observeres i det enkelte bein av hånd og håndledd som etter skjelettalder kan bli kalkulert fra summen av resultatet. Denne teknikken er betydelig mer tidkrevende sammenlignet med måten de fleste klinikere og radiologer bruker Greulich og Pyle - atlasen på. I de fleste tilfeller bruker radiologer og pediatrere Greulich og Pyle - atlasen, mens noen barn endokrinologer bruker den mer finskalede Tanner – Whitehouse metoden (Martin, D. et. al. 2011). Gjennom kunstig intelligens og maskinlæring er både Tanner – Whitehouse metoden og Greulich – Pyle grunnelementene til det automatiserte vurderingsprogrammet BoneXpert (Martin, D. et al. 2009).

Martin et. al (2009, s. 606) presenterer funn til 14 av 1097 bilder som ikke lot seg vurdere automatisk. Likevel var disse bildene en fordel av å bli avvist fordi de var spesielle, og trengte et ekstra overblikk. Caldera, A., et. al (2018) skriver i sin studie at deres resultater med BoneXpert gir tilstrekkelig presisjon og effektivitet. Den automatiserte metoden gir en pålitelig og effektiv standard for skjelettaldervurdering. De konkluderer med at å innføre

BoneXpert i klinisk praksis gir presis standardisert skjelettaldervurdering, noe de mener er avgjørende for langtidsutfall og komparatorstudier av vekst.

Gjennom teori brukt fra Greulich og Pyle - atlasen viser resultatene svært ulik skjelettalder i oppgaven utvalg. Deltakerne blir vurdert ut fra en gjennomsnittlig 10-åring fra Ohio på 1930 – 1940 tallet. Forskning viser til at ny teknologi innenfor radiologi er mer effektivt enn tidligere metoder, og mer nøye av diagnostikk (Van Ginneken et. al. 2011) – noe som kan gi helsepersonellet mer tid til å se pasienten og dekke andre behov som bare et menneske kan? Med ny teknologi følger det skepsis, og i dette tilfelle med den store mengden av datamateriale som må håndteres kan CAD være en mulighet for å hjelpe radiologer, og andre spesialister. Studier viser til gode nok kvaliteter fra BoneXpert til å bruke det i felt av klinisk praksis (Caldera, A., et. al 2018).

5.4 Metodekritikk

Greulich og Pyle metoden bygger på, som tidligere nevnt, friske barn i utvikling. Utvalget er friske personer, som ikke går på noen form for medikamenter. Med dette kan det drøftes i om oppgavens resultater er overførbare til friske unge fotballspillere i Norge. Denne oppgavens utvalg kan fra teorien (Thrane, 2018) generaliseres som et utvalg fotballspillere i barne- og ungdomsfotball i Norge. Det ble og tidligere nevnt av Aandstad (2010) at kohortundersøkelser foregår i en naturlig setting. Generaliserbarheten styrkes av at oppgavens forskning baseres på et utvalg jevnaldrende treningskamerater som kommer fra samme by. De utfører alle de samme testene, uten ytre påvirkninger, og med dette kan det sees på som sosial samhandling i en naturlig setting. Det ble også nevnt at kohortundersøkelse er en type undersøkelse hvor deltakerne som deltar har en felles livsbegivenhet. Deltakerne fra hovedprosjektet spiller alle fotball, og deler med dette en felles livsbegivenhet.

Styrken til kohortstudie er at de er prospektive, det vil si at man ved starten av studien kan ta avgjørelser om hvilke målinger som skal gjøres, både i start og under oppfølgingsperioden. På denne måten kan en ta nøyaktig grad av måling. Dette gir og muligheten for å registrere alle tidspunkt, både for ulike eksponeringer og for ulike utfall. Kohortstudier har flere styrker og det gir muligheten til å studere flere utfall samtidig fra en enkelt eksponent. Svakheter av kohortstudie er antall deltakere, og tid. Det er ofte behov for mange deltakere, og det går over

lengre tid, noe som gjør det ressurskrevende å gjennomføre. Fordi studiet går over lengre tid er det større fare for frafall (Aandstad 2010). Det er totalt blitt tatt røntgenundersøkelser av litt over 100 gutter, med dette viser oppgaven at frafall er noe som skjer i denne type studie. Logistisk utfordring kan og være å få med seg alle nye aktuelle og nye eksponeringskilder. Ved å bruke BoneXpert i en undersøkelse kan vi i liten grad påvirke analysen. BoneXpert er automatisert, og bygd opp av flere lag, den fungerer etter spesifikke kriterier bygd opp av algoritmer. Posisjonering kan påvirke resultatet samt at det må oppgis en riktig kjent kronologisk alder i programmet – faktorer denne oppgavens resultater har blitt formet av.

Deltaker A målte i 2018 147,8 cm og fikk en skjelettalder på 9,71. Da det skulle analyseres skjelettalder i 2019 kom melding fra BoneXpert *Bone Age too retarded*. Skjelettalder blir som regel definert *retarded* ved idiopatisk kortvoksthet (Martin, D. et. al. 2011). Deltaker B målte 17,62 år i skjelettalder, og 17,36 år i 2019. BoneXpert ga meldingen *BA too advanced*. Forsøkspersonene ble ekskludert på grunn av ikke-analyserbare data. Det kan også nevnes her at i tabell 5 mangler det målinger fra 2018 hos deltaker G, dette kan gi en lavere ytre validitet. Oppgavens kvalitet drøftes videre med hva som ble oppdaget under innhenting av data. I resultatdelen ble det oppdaget målefeil av deltaker F. Han ble registrert feil av fødselsdato, og ga målefeil. Ut fra analyserte røntgenbilder (figur 14) kan det likevel observeres generelt lav skjelettalder i knokler, og i første måling er hverken radius eller ulnae registrert, noe som kan være feil av posisjonering. Det er grunnlag for å ta deltakeren ut av studien, da reel fødselsdato skal være riktig. Denne målefeilen kan komme av radiograf som har registrert fødselsdato under eksperimentet. Radiografen skal som tidligere skrevet vurdere sin egen yrkesutøvelse både faglig og etisk. I følge Dalland (2012) skal forskningsetisk definisjon sikre troverdighet av forskningsresultater. Målefeil setter oppgaven i risk av reliabilitet, men med visuelt røntgenbilde i BoneXpert blir skjelettalder likevel analysert og det er derfor oppnådd en viss grad av pålitelighet.

5.5 Aldersestimering innenfor idrett og av mindreårige asylsøkere

Innledningsvis ble det skrevet om aldersestimering blant mindreårige asylsøkere. De mindreårige asylsøkerne som kommer til Norge alene, og som er under 18 år skaper en usikkerhet rundt alder. De har hverken foreldre, eller andre med foreldreansvar med seg. Det er en usikkerhet rundt alder fordi mange land ikke har rutiner eller systemer for registrering av fødsler, og derfor kan ikke asylsøkerne dokumentere sin egen alder. Det å få stadfestet en

alder er en nødvendighet i det norske samfunnet da det må til for at personen skal få beskyttelse, helsehjelp, omsorg og utdanning (Dalhberg, P et. al, 2017). Greulich og Pyle metoden har fått kritikk fra barneleger som mener Ohio-studien ikke er representativt for dagens ungdom. Barnelegene har uttalt seg med at barn vokser i ulik takt, og den store variasjonen blant ungdom. Greulich og Pyle metoden bruker barn fra USA, og det argumenteres derfor at det ikke er representativt med barn fra andre land (Mikkelsen, Mikalsen, og Solberg, 2016). Hvordan BoneXpert analyserer ved ulik etnisitet og hvordan dette kan påvirke resultatet, er usikkert. Oppgaven stiller likevel sterkt, da det ikke er spesifisert noen etnisitet i problemstillingen – kun at det er 14 år gamle gutter. Grensen mellom barn i utvikling og deres idrettsfrihet, og seleksjon for videre spillerutvikling med potensiale er tematikk denne oppgaven deler. Kriteriene for seleksjon for de spillerne som har det høyeste ferdighetsnivået til enhver tid har ikke faste rammer og det kan drøftes i om det er det fysiske grunnlaget eller talent av fotballspillere som gjør at de selekteres til videre talentlag (Sæther, S. 2017). Fra idretten er det vist med tidligere forskning, resultater fra utlandet, at den relative alderseffekten har en større påvirkningskraft når det gjelder selektering til talentlag i fotball. Effekten beskriver selektering av guttene som er født tidlig på året, forklaringen på effekten er deres fordeler av å være større og mentalt eldre (Sæther, S. 2017). Fra dette utvalget, og hvem som blir selektert er vanskelig å si noe om. Det har dog blitt diskutert skjelettutvikling og høydevekst, skjelettalder og kronologisk alder og hvordan det har utviklet seg i perioden mellom 8 måneder.

6.0 KONKLUSJON

Friske 14 åringer har samme utgangspunkt hvor epifyseskivene begynner utviklingen allerede fra fosterstadiet, men lukker seg etter ulik tid i 11 til 18-19 års alderen. Noen vokser og modner sakte og andre vokser og modner raskt. Sammenhengen mellom skjelettalder og høydevekst er at de begge øker med tid, som antatt. Dette viser til at alle deltakere har blitt høyere fra første måling, gruppevis på 3,6 cm. Samtidig som de har vokst med 0,74 år i skjelettalder. Sammenhengen mellom skjelettalder og kronologisk alder er at de øker over tid, men det øker ulikt. Som en gruppe jevnaldrende gutter utvikler skjelettalder seg med en større variasjon en hva kronologisk alder gjør.

6.1 Forslag til videre forskning

I begynnelsen av oppgaven ble skjelettvurdering nevnt som et behov for diagnostisering av pедиатriske sykdommer; hvis noen vokser saktere eller raskere, hva skyldes dette, og hva kan man gjøre med det? Det anbefales grunnet utvalgets store variasjoner å forske videre på ulik veksthastighet på bakgrunn av genetikk, miljø, ernæringsmessige og hormonelle faktorer. *Fotballspillere i utvikling* vil gå dypere i denne tematikken. I avgrensningen ble det nevnt at BoneXpert kan predikere voksen høyde. Det å se på hvordan skjelettalder og høydevekst korrelerer med predikert høyde ville vært et interessant tema.

7.0 REFERANSER

Aandstad, A. (2010). Styrker og svakheter ved ulike forsøksdesign. Fageksamen PhD-studier. Oppgave 2.

Aiello, L., & White, T. (1993). Human Osteology. *Man*, 28(1), 169

Caldera, A., Dastamanib, A., Spoudeasb, H., & Mehul Dattanib, C. (2018). Validation of an Automated Method (BoneXpert) for the Determination of Bone Age in Paediatric Endocrinology - A Single Centre Experience, 89 P-P2-058 ESPE Abstracts

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.

Cairney, Veldhuizen, Kwan, Hay, & Faught. (2014). Biological Age and Sex-Related Declines in Physical Activity during Adolescence. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(4), 730-735.

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter* (5. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.

Dahlberg, P., & Folkehelseinstituttet Avdeling for kunnskapsoppsummering. (2017). Samsvar mellom kronologisk alder og skjelettalder basert på Greulich og Pyle-atlasen for aldersestimering: En systematisk oversikt (Vol. 2017, Rapport / Folkehelseinstituttet). Oslo: Folkehelseinstituttet, Avdeling for kunnskapsoppsummering.

Gilsanz, V, og R.O. (2005) *Hand Bone Age "A Digital Atlas of Skeletal Maturity"*. Los Angeles: Springer

Hirose, Norikazu, & Hirano, Atsushi. (2012). The Bias toward Biological Maturation through the Talent Selection in Japanese Elite Youth Soccer Players. *International Journal of Sport and Health Science*, 10(0), 30-38.

Johanessen, T. (2016). Hvor mye vokser barnet. Terje Johanessen (red.) *Norsk helseinformatikk* Tilgjengelig fra < <https://nhi.no/sykdommer/barn/vekst-og-utvikling/vekst-hos-barnet/>> (lest 3.05.2019)

Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. (2011) Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag (3. utg. ed.). Oslo: Abstrakt forlag

Kunnskapsdepartementet, (2018), Cristin-prosjekt-ID 589437 Tilgjengelig fra: <<https://app.cristin.no/projects/show.jsf?id=589437>> (lest 3.april 2019)

Løvås, G. (2018). Statistikk for universiteter og høyskoler (4. utg. ed.). Oslo: Universitetsforlag

Malina, R., Coelho E Silva, M., Figueiredo, A., Carling, C., & Beunen, G. (2012). Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1-13.

Malina, R., Reyes, M., Eisenmann, J., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11–16 years. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 685-693.

Martin, D., Deusch, D., Schweizer, D., Binder, R., Thodberg, G., & Ranke, H. (2009). Clinical application of automated Greulich-Pyle bone age determination in children with short stature. *Pediatric Radiology*, 39(6), 598-607

Martin, D., Wit, J., Hochberg, Z., Säwendahl, L., Van Rijn, R., Fricke, O., . . . Ranke, M. (2011). The Use of Bone Age in Clinical Practice – Part 1. *Hormone Research in Paediatrics*, 76(1), 1-9.

Marthinsen, K., Hagen J.E., Baggethun, P. (2019) Matematikknett. DA, tilgjengelig fra <https://matematikk.net/side/Om_matematikk.net> (lest 20.04.2019)

Marthinsen, K., Hagen J.E., Baggethun, P. (2019) Matematikknett. DA, tilgjengelig fra <<https://matematikk.net/side/Median>> (lest 01.05.2019)

Mikkelsen, M, Mikalsen, H, og Solberg, T. (2016.04.01). Bruker millioner på omstridte alderstester. Tilgjengelig fra <<https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/aAmML/bruker-millioner-paa-omstridte-alderstester>> (Lest 01.05.2019)

Norsk Radiografforbund (2015) Yrkesetiske retningslinjer [Internett]. Rådhusgata 4, 0151 Oslo: Norsk Radiografforbund. Tilgjengelig fra:
<<https://www.radiograf.no/artikler/yrkesetiske-retningslinjer/436890>> (lest 29.03.2019)

NSD – Norsk senter for forskningsdata tilgjengelig fra
<https://nsd.no/personvernombud/hjelp/sentrale_begreper.html> (lest 10.04.2019)

Parker. W & Forster. BB Artificial intelligence in sports medicine radiology: what's coming?
Br J Sports Med 2018.

Siemens Healthcare 2009 tilgjengelig fra
<https://www.healthcare.siemens.no/radiography/digital-x-ray/ysio-max#TECHNICAL_SPECIFICATIONS> (lest 10.04.2019)

Sæther, S. (2017). De norske fotballtalentene : Hvem lykkes og hvorfor? Oslo: Universitetsforl.

Thodberg, H., Kreiborg, S., Juul, A., & Pedersen, K. (2009). The BoneXpert Method for Automated Determination of Skeletal Maturity. Medical Imaging, IEEE Transactions on, 28(1), 52-66.

Thrane, C. (2018). Kvantitativ metode : En praktisk tilnærming. Oslo: Cappelen Damm akademisk.

Utenriksdepartementet. (2019, 01.05). Aldersundersøkelse av enslige mindreårige asylsøkere tilgjengelig fra < <https://www.udi.no/ord-og-begreper/aldersundersokelse-av-enslige-mindrearige-asylsokere>> (lest 01.05.2019)

Van Ginneken, Bram, Schaefer-Prokop, Cornelia M., Prokop, Mathias, & Radiology Nuclear Medicine. (2011). Computer-aided diagnosis: How to move from the laboratory to the clinic. Radiology, 261(3), 719-732.

Visiana, Hørsholm Denmark tilgjengelig fra bonexpert.com

<<https://www.bonexpert.com/documentation/what-is-bone-age>> (lest 26.03.2019)

Vedlegg

1. Standardisert protokoll røntgen

Protokoll rtg ve hånd skjelettmodning FOTBALLPROSJEKTET:

FRONT PA ve hånd med håndledd

Posisjonering: Forsøkspersonen sitter på en stol/krakk med venstre hånd i PA-posisjon flatt på detektor. Pass på at underarm er i plan med detektor. Spre fingrene

Forsøkspersonen har bekken og bein parallelt med underarmen og ved siden av detektor/rtg bord (bekken og bein skal ikke plasseres under røntgenbordet slik at unødig stråling mot bekkenregionen unngås).

FOV: hele hånden skal inkluderes, inkludert distale falanger og minimum 3 cm av distale radius og ulna (maks 4 cm). Sentreringspunkt 3. metacarp

Røntgenrør: Rett røntgenrør, 1 m avstand mellom rør og detektor.

Eksponeringsverdier: Bruk protokollen HAND2 > Hånd/FingerS > XHånd venstre BoneExpert FOTBALL. Ikke endre på innstillingene.

kV=50, mAs = 1 ligger inne i protokollen

(Utgangspunkt: kV: 45-55 (avhengig av alder), mAs ca. 1-3 (avhengig av alder), liten fokusstørrelse, ingen bruk av raster)

OBS: ingen prosessering av bilder/bruk av filter

Vurdering: Skjelettmodning skal vurderes vha BoneExpert.

Registrering av forsøkspersonen: Bruk gitt studie-ID som etternavn når dere skriver inn forsøkspersonen. Bruk visit_1 som fornavn (visit_2 ved 2.gangs besøk etc.).

Legg inn forsøkspersonens fødselsdato ved registrering

2. Forespørsel og samtykkeskjema for deltakelse i Fotballspillere i utvikling



Høgskulen
på Vestlandet

FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKT OM FOTBALLSPILLERES UTVIKLING

FOTBALLSPILLERE I UTVIKLING

BAKGRUNN OG HENSIKT

Fotball er den største lagidretten i Norge. Det er mange talentfulle unge fotballspillere i Norge, og allerede i barne- og ungdomsfotballen foregår det en utvelgelse til satsningslag, hvor målsetningen er å utvikle spillere på nasjonalt og internasjonalt seniornivå. Noen kommer tidlig i puberteten, andre senere. Utvelgelsen i fotball skjer ofte i en periode hvor det er store individuelle forskjeller i biologisk modningsnivå og treningsbakgrunn.

Kunnskap om hvordan barn og unge påvirkes av trening, hvilke faktorer som påvirker skaderisiko og hva som bidrar til best mulig ferdighetsutvikling i fotball er mangelfull. Vi ønsker i denne studien å følge en gruppe fotballspillere som er tatt ut på satsningslag og en gruppe som spiller på breddelag i 10 år fremover, for å undersøke dette. I tillegg vil vi undersøke hva som kjennetegner de som slutter å spille fotball i løpet av prosjektperioden.

HVA INNEBÆRER STUDIEN?

Du er invitert som deltaker i denne studien fordi du pr i dag spiller på et satsningslag. Deltakelse i studien innebærer at du må gjennomføre regelmessige tester og målinger.

Hver sjettede uke, inntil du har sluttet å vokse, måles din høyde, både sittende og stående. Disse målingene blir gjort i forbindelse med vanlig trening og tar 2 minutter. To ganger i året (vår og høst), inntil du har sluttet å vokse, skal du gjennomføre en røntgenundersøkelse av din venstre hånd, for å fastsette din skjelettmodning, et estimat for biologiske modning, og for å undersøke din beinshelse. Denne undersøkelsen tar ca. 15 minutter å gjennomføre, og medfører ingen ubehag. På samme tidspunkt måles også vekten din.

For å teste din fysiske kapasitet skal du løpe 40m sprint, og gjennomføre diverse maksimale hopp (på et og to bein) og standardiserte styrketester beregnet på din aldersgruppe (armhevinger, kjernestyrke, pull-ups og benstyrke). Du skal i tillegg gjennomføre en test av ditt maksimale oksygenopptak på tredemølle, ved at du løper kontinuerlig med økende hastighet inntil du ikke klarer mer (testen varer mellom 10 og 15 minutter avhengig av din kapasitet), samt gjennomføre en fotballspesifikk utholdenhetstest hvor du skal repeterer 40meters løp med gradvis økende hastighet. Testen tar ca. 15 minutter og avsluttes når du ikke klarer å gjennomføre løpene innenfor en gitt tid. I tillegg skal du gjennomføre en lungefunksjonstest for å identifisere eventuell luftveisproblematikk (for eksempel om du har astma). Lungefunksjonstesten innebærer at du puster ut så mye luft du klarer gjennom et munnstykke. Alle de fysiske testene gjennomføres iløpet av 2 dager. Du må beregne 2-2,5 timer for hver testdag, ettersom god oppvarming og pauser mellom testene er nødvendig. Du vil få mat og drikke og bli godt tatt vare på i pausene mellom testene. Om det er nødvendig for deg å ha med deg foreldre/foresatte på testingen, så legger vi til rette for det.

Ved noen anledninger i løpet av hver sesong skal du ha på deg en GPS-sensor både på trening (maks 4 uker) og i kamp (minst 10 kamper). GPS-tracking innebærer at du skal trene og spille kamp med en vest som inneholder en sensor. På den måten kan vi registrere din trenings- og kampbelastning (hvor langt du løper, hvor fort du løper, hvor ofte du løper fort). GPS-tracking medfører ingen ubehag. Det er bare spillere på lagene som er inkludert i

Fotballspillere i utvikling

studien ved prosjektstart som blir GPS-tracket. Hvis du skifter til en annen klubb i løpet av de 5 neste årene, er det ikke lenger akuttelt med GPS-tracking.

For å få informasjon om hvor mye du trener og hvor mye spilletid du har i kamp, skal du hver dag svare på noen spørsmål knyttet til din treningshverdag, og registrere eventuelle skader, via en mobilapp. Dette vil ta 1-2 minutter hver dag. Innimellom vil du få en oversikt over hvor mye du har trent, og hvor mye spilletid du har hatt i kamper.

Hvis du får en skade som gjør at du ikke kan trene som normalt med laget ditt på over en uke, trenger vi å vite nøyaktig hvilken skade du har. For å registrere dette vil du får en time hos helsepersonell knyttet til prosjektet, som undersøker skaden. Du vil også få råd om hva du kan gjøre videre for å bli forrest mulig bra igjen.

De fysiske testene nevnt over, registreringer ved hjelp av mobil app, samt kartlegging av skader skal gjennomføres i 5 år. Vi vil fortsette å følge deg om du bytter til en annen klubb i Hordaland, men det er ikke aktuelt med fysisk testing, registrering ved hjelp av mobil app, samt kartlegging av skader hvis du flytter fra Hordaland for å spille fotball. Hvis du slutter å spille fotball i løpet av de neste årene, opphører din deltakelse i prosjektet.

To ganger i året skal du også svare på et digitale spørreskjema. Spørreskjemaet inneholder blant annet spørsmål om din motivasjon for å trene, og hvordan du tenker rundt egne fotballferdigheter. Du vil også få spørsmål knyttet til dine trenere og foreldre/foresatte, og spørsmål hvordan du opplever din trenings- og kamphverdag. Søvn- og kostholdsvaner er sentralt i idrett, og vil også bli kartlagt ved hjelp av spørreskjema. Første gangen du svarer på spørreskjemaet skal du også svare på spørsmål om hvordan du har trent tidligere. Spørreskjemaet besvares samme dag som du gjennomfører de fysiske testene (i pausene mellom de fysiske testene). Det vil være prosjektmedarbeidere tilstede som kan svare på eventuelle spørsmål i forbindelse med spørreskjemaene. De 5 siste årene vil du få tilsendt link til spørreskjemaet to ganger i året. Hverken trener(e) eller foreldre/foresatte vil får tilgang dine svar.

All testing gjennomføres ved Høgskulen på Vestlandet, Brann stadion og Haukeland Universitetssykehus.

MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Alle tester og undersøkelser vil bli gjennomført utenom skoletid, og vil ikke påvirke din skolehverdag. Tidspunkt for testing vil samkjøres med fotballaget ditt. Røntgenundersøkelsen gjennomføres med ansvarlig radiograf tilstede, og stråledosen er svært lav (tilsvarende en flytur fra Bergen til Oslo). Alle testledere har lang erfaring med gjennomføring av fysiske tester, og det er medisinsk ansvarlig person tilknyttet prosjektet.

De fysiske testene krever at du prøver å yte maksimalt, slik at testresultatene viser ditt beste nivå. Testene gjør ikke vondt, men noen kan synes at det å presse seg på løpetester kan være ubehagelig. Det medfører forøvrig ingen fare eller risiko. Testresultatene kan gi nyttig informasjon i treningsarbeidet, og vil kunne bidra til å utvikle deg som fotballspiller.

HVA SKJER MED PRØVENE OG INFORMASJONEN OM DEG?

Alle testene gjennomføres i samarbeid med din klubb, og kommer ikke i tillegg til vanlig trening. Du vil i ettertid få tilgang til dine egne testresultater på mail, samt informasjon om hvordan du kan forstå de ulike resultatene. Informasjonen sendes til dine foreldre/foresatte inntil du er 16 år. Testene sier ikke noe om hvor god du er som fotballspiller, og det er helt vanlig å ikke prestere like bra på alle tester.

Hvis du samtykker vil din(e) trener(e) få informasjon om noen av dine testresultater, slik at de på best mulig måte kan legge til rette for hensiktsmessig trening og individuell utvikling, og for at de ikke skal trenge å gjennomføre egne tilsvarende tester. Resultatene formidles til din(e) trener(e) på et møte i etterkant av testene, sammen med informasjon om resultatenes betydning, og styrker og svakheter med testene.

Resultatene fra undersøkelsene blir oppbevart forsvarlig, og avidentifiseres ved prosjektslutt. Det er bare prosjektmedarbeidere som får innsyn i resultatene fra prosjektet. Prosjektleder har ansvar for den daglige driften av forskningsprosjektet, og at opplysninger om deg blir behandlet på en sikker måte.

GODKJENNING

Studien er vurdert og godkjent av regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK-vest, REK-nr 2017/1731).

DELTAKELSE

Det er frivillig å delta i prosjektet, og du kan trekke deg når som helst uten å oppgi noen grunn, eller uten at det får konsekvenser for deg som spiller. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede data, med mindre data allerede er publisert. Sluttdato for prosjektet er 31.12.27. Alle data anonymiseres ved prosjektslutt.

Hvis du har spørsmål, eller ønsker å trekke deg fra deltakelse i prosjektet, kan du ta kontakt med prosjektleder Hilde Stokvold Gundersen (mobil: 41298517, e-post: hsg@hvl.no)

JEG ER VILLIG TIL Å DELTA I PROSJEKTET

Sted og dato

Deltakers signatur

Deltakers navn med trykte bokstaver

Sted og dato

Foresattes signatur

Foresattes navn med trykte bokstaver

Fotballspillere i utvikling