



# BACHELOROPPGAVE

I hvilken grad kan alder være en hindring for å utvikle maksimal, eksplosiv og relativ muskelstyrke i kneekstensjon?

To what extent could age be a possible hindrance for developing maximal, explosive and relative muscle strength in knee extension?

**Espen Breisnes Vika**

**Martin Ågotnes**

Idrett, fysisk aktivitet og helse

ID3-302

Veiledet av Tom Erik Solstad

14. Desember 2018

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 1.

## Forord

Oppgaven som presenteres er skrevet i forbindelse med studieretningen Idrett, fysisk aktivitet og helse ved Høgskulen på Vestlandet avdeling Sogndal. Det vil bli tatt utgangspunkt i resultater fra ISRAE-prosjektet (Independent, Self-Reliant Active Elderly). Dette er et prosjekt som foregår fra 2016 – 2020 hvor det blir sett på sammenhengen mellom hvordan styrketrening påvirker funksjoner hos eldre i hverdagen, og hvordan dette kan hjelpe de eldre til å klare seg lengst mulig hjemme på egenhånd som følger av at man har oppnådd en viss grad av opprettholdt muskelmasse, bevegelighet, skjelettstyrke med mer.

Opprinnelig ønsket vi å skrive om en annen tematikk innenfor styrketrening, men da ISRAE-prosjektet ble presentert under en forelesning fanget det vår interesse, og vi ønsket å fordype oss i prosjektet og resultatene fra dette i bacheloroppgaven.

I oppgaven vil det bli undersøkt hvordan utviklingen hos eldre i alderen 80-95 år er i øvelser som skal styrke muskelfunksjoner i form av kneekstensjon. Det vil bli sett på maksimal, eksplosiv og relativ muskelstyrke.

Vi vil gjerne rette en stor takk til:

Alle de involverte i ISRAE-prosjektet

Biblioteket ved HVL for tilgang til relevant litteratur

Vår veileder Tom Erik Solstad for god hjelp, veiledning og konstruktive tilbakemeldinger underveis

## Sammendrag

**Hensikt:** Hensikten med prosjektet er å se på hvordan styrketrening kan være med på å redusere aldersrelaterte fysiologiske endringer. Ønsket utfall er at de eldre skal holde seg funksjonelt friske tross økende alder slik at de kan bo lengst mulig selvstendig. Oppgaven ser på ulike styrkeparametere som er sentrale ved en kneekstensjon, som er en viktig komponent i underekstremitetene.

**Metode:** I denne longitudinellstudien var det totalt invitert 140 personer (61-95 år). Vi valgte å sammenligne to aldersgrupper, 80-85 år (13 stk) og 90-95 år (13 stk), hvor totalt 26 personer oppfylte studiens inklusjons- og eksklusjonskriterier for deltakelse.

**Resultat:** Treningsintervensjonen på 25 uker resulterte i en ikke signifikant endring i maksimal styrke (MVC) hos den yngste (8,2%) og eldste (8%) gruppen. I relativ styrke (N/kg) ble det også en ikke signifikant økning på den yngste (9,3%) gruppen, men en signifikant økning hos den eldste (10%). Det var heller ingen signifikant økning på hverken den yngste (8%) eller eldste (29,7%) gruppen i eksplosiv styrke (RFD). Det var ingen signifikant forskjell i framgang mellom de to aldersgruppene.

**Konklusjon:** Studien viser at det ikke var noen signifikant endring hos aldersgruppene 80-85 og 90-95 i eksplosiv eller maksimal styrke, derimot viste aldersgruppen 90-95 en signifikant endring i relativ styrke. Ut i fra problemstillingen vår og resultater i studien, skulle en anta at alder kan være en hindring for utvikling av de tre ulike styrkeparameterne, men flere andre studier presentert i oppgaven viser til signifikant økning i styrke også hos de aller eldste. En potensiell årsak til at resultater fra denne studien ikke viste like positiv framgang som andre studier, kan trolig skyldes at det var for lav intensitet under testingen, og for dårlig mobilisering i øvelsene under testingen. Gruppene var også svært heterogene, i tillegg kan man også spørre seg hvor reliable disse testene er for personer i så høy alder.

**Nøkkelord:** Eldre og styrketrening, maksimal, eksplosiv og relativ styrke, isometrisk kneekstensjon

## **Abstract**

**Purpose:** The purpose of this project is to look into how strength training can affect and potentially reduce the aging related changes in the body as one ages. The intention is that the elderly are going to stay healthy and maintain functionality for as long as possible despite getting older. The thesis discusses different strength parameters that are central during a knee extension, which is an important function in the lower extremities.

**Method:** In this longitudinal study there was a total of 140 people invited, ranging from the ages of 61 to 95 years old. The specific groups that are studied were 80-85 years of age (N=13) and 90 - 95 years old (N=13), which means a total of 26 people that met the criteria for participating.

**Result:** The training intervention with a duration of 25 weeks resulted in an insignificant change in maximal strength (MVC) in the youngest (8,2%) and the oldest (8%) group. The relative strength (N/kg) did not have a significant change in the youngest group (9,3%), however there was an increase in the oldest group (10%). The explosive strength (RFD) did not significantly change either, as the youngest group had a difference of 8% while the oldest group had a 29,7% change.

**Conclusion:** The study concludes that there was not a significant progress among the groups 80-85 and 90-95 in explosive or maximal strength, however there was a significant change in relative strength in the group of 90-95. According to our research question and the results from the study, one would assume that age could be a hindrance for developing strength in the different strength parameters, but due to the various studies presented in this thesis (that show significant progress with strength training for elderly), we assume that our results might be due to a lack of intensity and lack of proper mobilization in exercises during the testing. The groups were very heterogenic, and one could wonder how reliable these tests are for people of this age.

**Keywords:** Elderly and strength training, maximal, explosive and relative strength, isometric knee extension.

# 1.0 Innholdsfortegnelse

<b>1.0 Innledning</b> .....	6
1.1 Bakgrunn for valg av tema.....	6
1.2 Formålet med undersøkelsen.....	8
1.3 Problemstilling.....	8
1.4 Begrepsforklaring.....	9
<b>2.0 Teori</b> .....	10
2.1 Bestemmende faktorer for muskelstyrke.....	10
2.1.1 Muskulære faktorer.....	10
2.1.2 Nevromuskulære faktorer.....	11
2.2 Maksimal og eksplosiv styrke.....	12
2.2.1 Maksimal og eksplosiv styrketrening.....	14
2.3 Fysisk aktivitet for eldre.....	15
2.4 Dose- Respons-effekt.....	16
2.5 Aldersrelaterte endringer i muskelstyrke.....	17
2.6 Effekt av styrketrening på eldre.....	19
2.7 Hypotese.....	20
<b>3.0 Metode</b> .....	21
3.1 Utvalg.....	21
3.2 Inklusjon- og eksklusjonskriterier.....	22
3.3 Trening.....	22
3.4 Testing.....	22
3.5 MVC og RFD.....	23
3.6 Personvern og etiske hensyn.....	23
3.7 Statistikk og analyse.....	24
<b>4.0 Resultat</b> .....	25
4.1 Maksimal (MVC), Relativ (N/kg) og Eksplosiv styrke (RFD).....	26
<b>5.0 Diskusjon</b> .....	27
5.1 Maksimal styrke (MVC).....	27
5.2 Relativ Styrke.....	28
5.3 Eksplosiv styrke (RFD).....	29
5.4 Styrker og svakheter ved studien.....	30
5.5 Praktiske implikasjoner.....	32
<b>6.0 Konklusjon</b> .....	33
<b>7.0 Litteraturliste</b> .....	34

# 1.0 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg av tema

Styrketrening er en stor del av livene våre, og derfor falt det naturlig at oppgaven skulle handle om noe innenfor temaet styrketrening. Grunnen til at valget spesifikt falt på styrketrening for eldre med utgangspunkt i resultater fra ISRAE-prosjektet (Independent Self-Reliant Active Elderly), er at eldrebølgen i Norge er et tema som står veldig sentralt i dag. Det blir stadig flere eldre i Norge på grunn av økt levestandard (Fasting, 2018), og tall fra SSB viser at innen 15 år vil det være flere eldre enn yngre (Andersen, 2018) Prosjektet går ut på å undersøke sammenhengen mellom styrketrening og funksjonalitet, og hensikten er at flest mulig eldre skal klare seg lenger hjemme før de må ta i bruk omsorgstjenester.

Styrketrening i dag forbeholdes stort sett idrettsutøvere, mosjonister eller pasienter under opptrening (Raastad et al., 2010, s. 11), men viktigheten av denne type trening øker ved alder. Kroppen blir naturlig svakere på grunn av de aldersrelaterte fysiologiske endringene (Boss & Seegmiller, 1981), og derfor var interessen å se på hvordan styrketrening kan være med på å påvirke disse regresjonene.

I ISRAE-prosjektet ble det testet ulike styrkeparametere i bevegelsene albue- og kneekstensjon. Oppgaven vår er basert på kneekstensjon, og dette fordi beina er selve fundamentet som gjør at man kan stå oppreist, gå, reise seg opp og løpe. Dersom man klarer å opprettholde styrken i beina vil man potensielt unngå/utsette å måtte bruke krykker, rullator, rullestol eller lignende.

Bakgrunnen for at det blir undersøkt om alder kan ha en påvirkning for å utvikle maksimal, eksplosiv og relativ styrke i kneekstensjon er fordi det er flere studier som viser at knær er spesielt utsatt for reduksjon i fysisk funksjonsevne. Derfor er det av interesse å se på hvordan en økning i beinstyrke vil kunne hjelpe eldre til å minske denne reduksjonen og fortsette å være funksjonell lengst mulig.

Grunnen til valg av de tre parameterne maksimal, eksplosiv og relativ styrke er at det er viktige egenskaper innenfor styrketrening som er sentral under muskelaktivering. En trenger maksimal styrke for å utøve mest mulig kraft, og sammen med eksplosiv styrke blir denne kraften utnyttet på en hurtigst mulig måte. Relativ styrke sier noe om hvor sterk man er ut i fra kroppsvekten.

Skal man ta de to styrkeparameterne MVC (maximum voluntary contraction) og RFD (rate of force development) i et eksempel fra det virkelige liv, kan en se på det som å ha styrken til å reise seg fra en stol eller å ha styrke til å holde kroppen oppreist mens man går. Spesifikt vil den eksplosive styrken avgjøre hvor raskt det går an å reise seg, og den maksimale styrken blir da å håndtere kroppsvekten sin uten å måtte bruke armer til å dra seg opp som hjelpemiddel. En indikasjon på hvor godt man håndterer sin egen kroppsvekt kan ses i sammenheng med relativ muskelstyrke. Forhold mellom muskelstyrke og egen kroppsvekt tror vi vil være med på å avgjøre de eldres hverdag i bevegelser som å stå oppreist, gå, reise seg og lignende.

Oppgaven ser hovedsakelig på to grupper mellom 80-85 og 90-95 år. Dette er svært gamle personer og ved hjelp av resultatene fra prosjektet kan vi se hvilken effekt personene har hatt av styrketreningen.

## **1.2 Formålet med undersøkelsen**

Muskelsvakhet er med på å bidra til tretthet, svakhet og nedsatt toleranse for aktivitet (MedlinePlus, 2018). Man mister mer muskelmasse og styrke dess eldre man blir, og sarkopeni er navnet på denne prosessen. Omtrent 5-13% av eldre i 60-70-årsalderen opplever disse endringene, og etter 80-årsalderen vil forekomsten øke med rundt 11-50% (NHI, 2016) Dette blir beskrevet mer grundig i teoridelen.

På bakgrunn av disse endringene er formålet vårt derfor å se på om det vil være mulig med en signifikant økning av styrke uavhengig av alder.

## **1.3 Problemstillingen**

*I hvilken grad kan alder være en hindring for å utvikle maksimal, eksplosiv og relativ muskelstyrke i kneekstensjon*



## **1.4 Begrepsforklaring**

### **Styrketrening**

All trening som er ment til å utvikle evnen til å skape størst mulig kraft/ dreiemoment under en spesifikk eller bestemt hastighet

### **MVC**

Maximal voluntary contraction; den maksimale kraften en muskel greier å produsere over et gitt antall repetisjoner eller tidsenhet

### **RFD**

Rate of force development; et mål på hvor raskt musklene greier å utvikle kraft og skape en muskelkontraksjon

### **Fysisk funksjon**

Evnen til å selvstendig kunne utføre aktiviteter relatert til de fysiske kravene som blir stilt i dagliglivet

### **Dose-respons**

Sammenheng mellom dose og virkning, som vil si effekt og respons

### **Kraftutvikling**

Prosesser og samspill mellom muskler og nervesystemet som fører til at en kraft blir produsert

### **Sarkopeni**

Aldersrelatert tap av muskelmasse og styrke

### **Tversnittareal**

Et snitt som går gjennom musklene, vinkelrett på lengderetningen på muskelen. Størrelse på muskel

### **Fysiologiske endringer**

Endringer som skjer i kroppen på organismen og på cellenivå

## 2.0 Teori

### 2.1 Bestemmende faktorer for muskelstyrke

#### 2.1.1 Muskulære faktorer

Tverrsnittsarealet til muskelen er den viktigste faktoren for å utvikle størst kraft ved langsomme forkortningshastigheter. En muskel kan skape et drag i en sene som tilsvarer 20-30 N per cm<sup>2</sup>tverrsnittsareal under maksimal aktivering og i optimal lengde ved isometrisk kontraksjon. Et eksempel på dette er en stor m. quadriceps på ca. 100 cm<sup>2</sup> kan skape et drag på rundt 3000 N i patellarsenen under optimal lengde og maksimal aktivering (Raastad et al., 2015, s. 388)

En annen viktig muskulær faktor er hvilken type muskelfibre man har. Hovedsakelig blir det inndelt i muskelfibertypene Type I og Type II (IIA og IIX). Her kan det i utgangspunktet bli utviklet like stor kraft i de ulike fibertypene ved samme tverrsnittsareal under en isometrisk muskelaksjon blant aktive personer. Dette vil si at det er når musklene forkorter seg at forskjellen først blir tydelig. Type IIA-fibrer er dobbelt så eksplosive som type I-fibre, mens Type IIX-fibrer er 3-4 ganger så eksplosive som type I-fibrer. I tillegg produserer type-IIA og IIX-muskelfibre stor kraft i motsetning til de svakere type- I fibre. Derfor er type IIA og IIX viktig for å utvikle maksimal kraft, og er den viktigste faktoren for å utvikle eksplosiv styrke (Raastad et al., 2015, s.378-380 & s. 387).

Strukturen på muskelfibrene, om de står parallelt eller skråstilt i forhold til lengderetningen til muskelen, er viktig for evnen til å utvikle kraft under et bestemt anatomisk tverrsnittsareal, spesielt for forholdet mellom kraft og forkortningshastighet. Fjærformede muskler har kortere muskelfibrer enn spoleformede muskler, men grunnet at fibrene står skråstilt, er det mer rom for flere fibre i samme muskelvolum. Oppgaven til muskler med fibrer i lengderetning er å skape stor leddvinkelhastighet over et ledd, og muskler med skråstilte fibre sørger for å skape stort dreiemoment over leddet ved lavere leddvinkelhastigheter (Raastad et al., 2015, s.388-389).

Momentarm er en viktig muskulær faktor, og er den korteste avstanden fra omdreiningsaksen i leddet til muskelkraftens virkelinje over leddet. De ulike forskjellene i momentarmer i ledd kan være grunnen til at en person med liten muskelmasse kan skape like stort dreiemoment som en med større muskelmasse. Det er god sammenheng mellom knokkellengde og den momentarmen muskelens virkelinje har over leddet, og dette kan forklare hvordan personer med lange armer og bein kan kompensere med relativt store momentarmer for musklens virkelinje. Kombinasjonen mellom lengde på muskel, som i en maksimal aktivering bestemmer draget i senen, og momentarmen til virkelinjen i den bestemte leddvinkelen, som er med på å bestemme den optimale leddvinkelen for å skape det største dreiemomentet (Raastad et al. 2015, s. 391).

### **2.1.2 Nevromuskulære faktorer**

Når nervesystemet sender signaler til en muskel at det skal skje en kontraksjon, må antagonisten slappe av. Det vil si at dersom en skal få en kontraksjon i for eksempel muskulaturen i quadriceps må hamstring være avslappet. Hjernen kontrollerer aktiveringen i samarbeid med motornevroner som er ansvarlig for bevegelsene. Med trening og innlæring over tid vil denne prosessen skje uanstrengt. Koordinasjonsevnen er samspillet mellom nervesystemet og musklene når man utfører en muskelkontraksjon (Raastad et al. 2015, s. 391-394).

Hvor stor en kraft kan bli i en muskelgruppe blir regulert av rekruttering av antall motoriske enheter som er aktivert, og kraften som utvikles i de aktive enhetene. Kraften i de motoriske enhetene blir styrt av frekvensen i aksjonspotensialet som sendes til de tilhørende muskelfibrene. Under en liten kraft i muskelaksjon er det bare de minste enhetene som blir aktivert, og ved større kraft ved isometrisk muskelaksjon blir det aktivert større enheter. Ved liten aktivering er det hovedsakelig Type I- fibre som blir aktivert, og ved større muskelaktivering er det Type II-fibre (Raastad et al., 2015, s. 391-392).

En økning av aktivering og rekruttering av motoriske enheter vil føre til en økning i kontraksjonsevne etter trening, som igjen kan ha positiv effekt på den maksimale og eksplosive styrken i form av kraftigere muskelkontraksjon. Det vil si at en økning i styrke skjer via en tilpasning i nervesystemet ved begynnelsen av treningen (Doherty, 2002).

Samspeilet mellom agonister, antagonistar og synergistar spelar ein vesentleg rolle. Agonistane og synergistane samarbeider for å skape et dreiemoment over ett eller fleire ledd, og antagonistane på den andre siden av leddet jobber med å stabilisere leddet. I for eksempel øvelsen kneekstensjon er det hovudsakelig muskulaturen i quadriceps som blir aktivert, mens synergistar og antagonistar blir leggmuskulatur og hamstringmuskulatur.

Omdreiningsmomentet i et ledd bestemmes av summen av kreftene som skapes av de samarbeidende musklene (agonister), minus summen av kreftene til antagonistmuskulaturen (Raastad et al., 2015, s. 391 & 393).

En annan faktor som er viktig for størst mulig muskelaktivering er koordineringen av alle de involverte musklene. Riktig og optimal teknikk i en øvelse kan være med på å bidra til å skape større kraftutslag (Raastad et al., 2015, s. 393).

Utgangslengden påvirker hvor stor kraftutvikling det blir. Dersom det er en stor strekk på muskulaturen, får færre myosinhoder feste i aktin, og dette er ikke en gunstig forutsetning for ideell kraftutvikling (Sand, Sjaastad & Haug 2016, s. 340). Fyringsfrekvensen, som vil si totalmengden av elektriske impulser aktivert på kort tid, har også en innvirkning på hvor mye kraft som blir utviklet. Flere impulser og jo tettere de kommer fra motornevronet fører til økt kraft (Raastad et al., 2015, s. 392).

Utnytting av strekkrefleksen i muskulaturen, elastisiteten i bindevevet og en gunstig utgangsposisjon påvirker kraftutviklingen også (Smith, 2009, s. 41).

## 2.2 Maksimal og eksplosiv styrke

Maksimal styrke er den største kraften en muskel produserer ved langsomme bevegelser (eksentrisk og konsentrisk) eller i isometriske aksjoner. Den vanligste måten å måle maksimal styrke på er ved å teste 1RM (repetisjon maximum) i den aktuelle øvelsen (Raastad et al., 2010, s. 13).

Maksimal styrke er en nødvendig faktor for å produsere stor kraft i hverdagslige funksjoner (Stone et al. 2002; Stone, Stone & Sands 2007; Zatsiorsky & Kraemer 2006). Tiden det tar for å utvikle maksimal kraft ligger på rundt 300 millisekunder (Aagard 2003; Aagard et al. 2002). Hvor fort en kraft kan bli produsert i løpet av det korte tidsrommet bestemmer mengden kraft som blir produsert ved en bevegelse. En sterkere kraft utøvd over en gitt periode skaper en større impuls, og dermed blir det større moment og dermed et større kraftutslag (Taber et al. 2016).

Eksplosiv styrke er musklens evne til å utvikle størst mulig kraft hurtigst mulig. Under en maksimal muskelaksjon blir dette definert som den største kraften en muskel kan produsere innen en kort tid (100 ms). Dette blir definert som den største hastigheten en kan oppnå med relativ lett motstand. Det kan også måles som den største kraften som blir produsert i et isokinetisk apparat med en leddvinkelhastighet på over 180°/s, i og med at tiden man bruker på å komme opp i maksimal kraft blir kort (<100 ms) (Raastad, 2010, s.13). RFD (rate of force development) er en del av eksplosiv styrke som handler om evnen til å kunne utvikle stor kraft hurtig uten endring i muskellengde. (Raastad et al., 2015, s. 370)

## 2.2.1 Maksimal og eksplosiv styrketrening

Maksimal styrketrening er all trening som blir gjennomført med en intensjon om å øke evnen til maksimal kraftutvikling ved langsomme bevegelser eller ved rene maksimale isometriske muskelaksjoner. Dette vil normalt bety at det er trening med såpass stor motstand at man kun greier 1 – 12 repetisjoner før utmattelse, altså serier bestående av 1-12 RM. (Raastad et al., 2015, s. 371)

For å trene den maksimale styrken for utrente personer anbefales motstand med 70-85% av 1RM over 4-8 repetisjoner, med opp til 3 minutters pause mellom hver serie. Antall serie per øvelse kan ligge på 1-3 med 1-2 øvelser, med en frekvens på 2-3 økter i uken (Raastad et al., 2015, s. 407)

Eksplosiv styrketrening handler om å mobilisere maksimalt på repetisjonene uansett motstand, med intensjon i å akselerere bevegelsen maksimalt for å få størst mulig fart i bevegelsen. Ved isometriske muskelaksjoner handler det om og raskest mulig få stor kraft (Raastad et al., 2015, s. 371).

For å trene eksplosiv styrke for utrente bør man trene med opp til 50 % av 1RM med 1-5 repetisjoner, og hvile opp til 3 minutter. Antall serier per øvelse anbefales det 2-4 sett i 1-2 øvelser, og denne frekvensen kan ligge på 2-4 økter per uke (Raastad et al., 2015, s. 407).

De fysiologiske adaptasjonene til maksimal og eksplosiv styrketrening blir grundigere beskrevet i underkapittelet “Effekten av styrketrening på eldre.”

## 2.3 Fysisk aktivitet for eldre

Når man bli eldre skjer det en reduksjon i maksimal styrke med rundt 1-2 prosent per år, mens den eksplosive styrken reduseres med 3,5 prosent per år (Skelton et al., 1994). Det er den eksplosive styrken som har størst betydning for hverdagslige funksjoner som å reise seg fra stol, forflytte seg etc. enn den maksimale kraften (Porter, 2006). Eldre og til og med de over 90 år har fått økning i styrke ved trening (Latham et al., 2003). Det finnes en sammenheng mellom belastning og resultater; det skjer en tilpasning i muskulaturen og man blir sterkere på det man trener på (Bahr, 2009).

Redusering av aldersrelaterte kroppsendringer er mulig å påvirke ved hjelp av fysisk aktivitet (Mære et al., 1991) Med fysisk aktivitet menes det at det er kroppslig bevegelse som blir produsert i skjelettmuskulaturen og som øker energiforbruket (Hjort et al., 1996).

Det er viktig for eldre å være fysisk aktiv og drive med trening, ettersom mobilitet svekkes med årene. En blir tregere, muskler blir svakere og stiv, i tillegg til at man blir lettere andpusten. Som følger av den reduserte bevegeligheten vil dette ofte føre til inaktivitet blant eldre, og som følger av denne inaktiviteten bygger reduseringen i kroppsfunksjoner på seg.

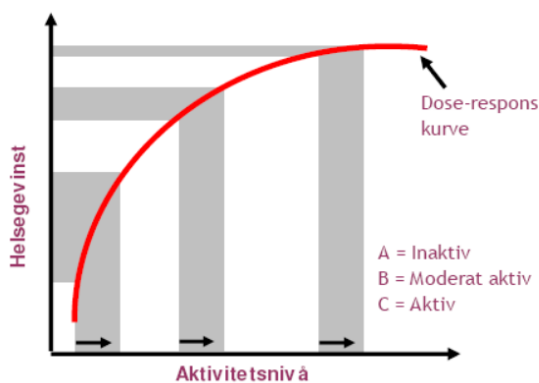
Etter fylte 60 år er det tendenser til å være mindre fysisk aktiv (Mære et al., 1991; Hjort et al., 1996; Seiler, 1998; Loland, 2004) og det totale fysiske aktivitetsnivået blir redusert (Trojano et al., 2008; Davis et al., 2011; Arnadottir et al., 2013; Hansen et al., 2012; Lohne-Seiler et al., 2014). Typisk aldersrelatert nedgang i muskelstyrke, beintetthet, fleksibilitet i ledd, balanse, samt koordinasjon og reaksjonstid begynner ved 25-årsalderen. Sammen med disse endringene, i tillegg til redusert fysisk aktivitetsnivå, gjør det kroppen disponibel for å utvikle sykdommer som hjertesykdom, aldersdiabetes, tykktarmskreft, hjerneslag, beinskjørhet og brudd. Konsekvensen av dette blir at funksjonsnivået reduseres, samt at uførheten blant eldre øker. (American College of Sports Medicine, 1998). Det er viktig med tilrettelegging av trening som har funksjonell gevinst og som er motiverende.

I 2004 anbefalte Helsedirektoratet eldre å delta i minst 30 minutter daglig aktivitet i lavt til moderat tempo (rask gange) for å oppnå en positiv effekt (Bahr, 2009). I nyere anbefalinger fra 2014 blir det vektlagt minst 150 minutter hver uke med moderat intensitet (NNR2012, 2014; Helsedirektoratet, 2014). Helsedirektoratet ga i 2009 ut rapporten *Fysisk aktivitet blant voksne og eldre i Norge* (Anderssen, 2009), og det var kun 20 prosent av eldre som oppga at de tilfredsstilte kravene på 30 minutter daglig fysisk aktivitet. I en nyere kartleggingsstudie som så på det fysiske aktivitetsnivået blant eldre (<65år) viste det en forbedring, og studien viste at det var 31,5 prosent som oppfylte anbefalingene for fysisk aktivitet fra 2014 (Helsedirektoratet, 2015).

## 2.4 Dose-respons-effekt

Et dose-responsforhold vil si at det blir sett på sammenhengen mellom fysisk aktivitet og de positive helsegevinstene det fører til (SNL, 2018) Treningene under ISRAE-prosjektet foregår to ganger i uken á 30-40 minutter, og man ser at det oppfyller et punkt i anbefalingene til Helsedirektoratet (2016) som sier at «øvelser som gir økt muskelstyrke til store muskelgrupper bør utføres to eller flere dager i uken». Ytterlig trening utover dette vil føre til økte helsegevinster.

**Figur 1**



Figuren viser et dose-respons-forhold mellom fysisk aktivitet og helsefordeler (Pate et al. 1995)



Raastad et al. (2010) sier at det finnes et dose-respons-forhold og sammenheng mellom treningsmengden og økning i styrke per tidsenhet. Treningsmengden er avhengig av antall treningsøkter i uken, antall serier, i tillegg til øvelser som blir utført på hver muskelgruppe i hver treningsøkt. I teorien vil styrken bli økt sammen med økt treningsmengde fram til en viss grad, hvor ytterlig økning i treningsmengde ikke vil gi raskere økning i styrke. Dersom treningsmengden blir for stor kan dette føre til overtrening og nedgang i styrke i tillegg til mulig skade.

## **2.5 Aldersrelaterte endringer i muskelstyrke**

Tap av muskelstyrke er en velkjent konsekvens ved aldring. Det er blitt vist i flere tverrsnittsstudier (Doherty, Vandervoort, & Brown 1993; Porter, Vandervoort, & Lexell 1995; Tipton 2001) med isometrisk og dynamiske styrketester på armer og ben. I disse testene har det vanligvis blitt sammenlignet grupper med friske unge, middels eldre og eldre menn og kvinner. Kneekstensjon er den øvelsen som oftest har blitt brukt på grunn av dens funksjonelle viktighet, enkle testbarhet og tilgjengelighet av tidligere sammenlignbare data. Flere studier (Larsson, Grimby & Karlsson 1979; Murray et al., 1980; Young, Stokes, & Crowe 1984; Murray et al., 1985; Young, Stokes, & Crowe 1985) har sammenlignet styrke i kneekstensjon i grupper på yngre og friske eldre i 70 og 80 årene. I disse studiene var den gjennomsnittlige aldersrelaterte nedgangen i styrke på rundt 20-40 %. Selv større tap på 50 % og mer har blitt rapportert hos de på 90 år og oppover (Murray et al., 1980; Murray et al., 1985). Den faktoren som trolig har mest å si på muskelstyrken er det aldersrelaterte tapet av muskelmasse. Vi mister gjennomsnittlig hele 40 % av muskelmassen fra 20 års alderen til 80 års alderen, der 30 prosent av denne muskelmassen forsvinner mellom 50 til 80 års alderen (Lexell, Taylor & Søstrøm 1988).

Et begrep som blir brukt til å beskrive det aldersrelaterte tapet av muskelmasse er sarkopeni (Doherty 2003). Den fremste årsaken til det store tapet av muskelmasse ved økende alder er tapet av muskelceller, og at diameteren til muskelcellene minsker. Dette tapet av muskelceller er en følge av at nerveceller i det sentrale nervesystemet som sender nerveimpulser dør ved økende alder. Når de motoriske nervecellene som styrer muskelens aktivitet stopper å sende nerveimpulser, vil muskelcellene forsvinne etter gjennomgang av programmert celledød (Doherty 2003).

Ved økende alder vil også muskelfibertypene bli påvirket forskjellig og da er først og fremst de sterkere og eksplosive type II-muskelfibrene som vil forsvinne (Lexell & Downham 1992). Type II-nerveceller er de nervecellene som styrer muskelfibertype II, og grunnen til tapet av muskelfibertype 2 er at disse nervecellene dør ved økende alder.

Det viser seg at selv om den styrende nervecellen til en muskelfibertype 2 har død, kan denne muskelfiberen bli «adoptert» av en annen nervecelle som fortsatt eksisterer. Ofte vil dette være en nervecelletype 1, da disse nervecellene takler økende alder bedre. De type II-muskelfibrene som har blitt adoptert blir så endret til muskelfibertype I. Dette forsaker at de taper evnen til rask sammentrekning og annen forandring av egenskaper.

Når vi passer 60 års alderen endrer muskulaturen fibertypesammensetningen som gjør den «treger» samtidig som muskelmassen avtar betydelig (Vandervort & McComas, 1986). Endringen av fibertypesammensetning, den minskede nerveimpulsfrekvensen, reduseringen av muskelmassen, og endringer i muskelens oppbygning føret til nedsatt kapasitet til å utvikle kraft i muskelen (Narici et al., 2004).

En annen viktig faktor for det aldersrelaterte tapet av styrke og muskelmasse er reduserte nivåer av veksthormon, insulin, androgene og østrogene hormoner (Kamel, Maas & Dutchie 2002). Det androgene hormonet testosteron påvirker muskulatur i spesielt stor grad (Roubenoff & Hughes 2000). Hovedsakelig forekommer konsentrasjonen av testosteron hos menn, men også hos kvinner bare i mindre grad (Kaufman & Vermeulen, 1997; Raastad et al., 2010).

Hos kvinner har kjønnshormonet østrogen en signifikant påvirkning på muskelvekst (Kahlert et al., 1997), og reduseres ved menopausen (Roubenoff & Hughes, 2000; Enns & Tiidus 2010).

## 2.6 Effekt av styrketrening på eldre

Studier viser at alder ikke er en hindring for å øke muskelstyrken. Det som blir vist i fleste studier er en gjennomsnittlig økning på 30 til 152 % i maksimal styrke, på essensielle muskler som kneekstensorer (Dorethy 2003). I 2004 presenterte Narici og hennes medarbeidere en tabell (Narici et al., 2004). Denne tabellen viste styrkeøkninger og endring av muskeltverrsnitt fra en rekke treningsstudier (Häkkinen, Alen & Komi 1985; Jones & Rutherford 1987; Frontera et al., 1988; Hoppeler et al., 1996; Häkkinen et al., 1998; Harridge, Kryger & Stensgaard 1999; Ferri et al., 2003) med yngre og eldre, med et treningsprogram av samme omfatning. Studiene fra denne tabellen viste at de eldre hadde like stor framgang i maksimal styrke og økning av muskelens tverrsnitt som yngre voksne. Økningen av styrke hos de eldre ble vist til å være relatert til økningen av muskeltverrsnittet i muskelfibertype I og II (Frontera et al., 1988; Brown, McCartney & Sale 1990; Häkkinen et al., 1998; Häkkinen et al., 2001), som fører til et forbedret samarbeid mellom nervesystemet og muskulaturen. Disse endringene øker frekvensen av nerveimpulser og det blir også en større rekruttering av muskelfibre (Harridge et al., 1999; Patten & Kamen 2001; Reeves et al., 2004). Utover disse endringen er det også vist at muskelens indre oppbygning forandres av styrketrening.

Disse vitenskapelige funnene viser at selv korte treningsprogram som strekker seg over bare noen få måneder kan motvirke mange av de aldersrelaterte forandringene i kroppen (Harridge, Kryger & Stensgaard 1999; Patten & Kamen 2001; Narici et al., 2003; Reeves, Narici & Maganaris 2004). Vi ser at styrketrente 80-åringer har lignende maksimal styrke som utrente 60 åringer, som viser at innenfor denne aldersrekkevidden kan langvarig styrketrening effektivt kompensere for om lag 20 år med alders relatert nedgang i muskelstyrke (sarkopeni) (Pearson et al., 2002).

Den relative styrken forbedres også hos eldre ved styrketrening (Reeves, Maganaris & Narici 2003; Caserotti et al., 2008). Studien (Reeves, Maganaris & Narici 2003) viste til en økning på 18% hos eldre (74 år) i 5 RM kneekstensjon. I en annen studie (Caserotti et al., 2008) blir det presentert to aldersgrupper med større framgang (28%) hos de eldste (80-89 år) enn den yngre gruppen (60-65 år; 22%), i isometrisk kneekstensjon. Treningen bestod av 12 uker med eksplosiv og maksimal styrketrening.

Ved aldring blir også den eksplosive styrken sterkt redusert (Izquierdo et al., 1999; Barry, Arman & Carson 2005; Klass, Baudry & Duchateau 2008). I studiene (Barry, Warman & Carson 2005; Klass, Baudry & Duchateau 2008; Hvid et al., 2010) blir det vist at evnen til å utvikle kraft raskt blir lavere hos de eldre i sammenligning med de yngre. Derimot finnes det flere studier (Häkkinen et al., 1998; Barry, Warman & Carson 2005) som viser at eldre har lignende framgang i eksplosiv styrke som yngre. Et eksempel er Häkkinen et al., (1998) som viser at eldre, både kvinner og menn i 70 årene hadde lignende forbedring (28% og 40%) som yngre menn og kvinner i 40 årene (31% og 41%).

Andre studier viser også større prosentvis økning hos eldre enn yngre grupper. En sammenligning av seks studier (Støren et al., 2008; Fimland et al., 2009; Sunde et al., 2010; Barret-O'Keefe et al., 2012; Heggelund et al., 2013; Unhjem et al., 2016) på yngre (28 år), med fem studier (Hoff et al., 2007; Karlsen et al., 2009; Wang et al., 2010; Wang et al., 2017) med eldre (65 år) viser til en vesentlig større økning i maksimal og eksplosiv styrke hos eldre (55% og 85%) enn hos yngre (43% og 77%). Begge aldersgruppene trente maksimal styrketrening (8 uker) med lignende volum (4 sett, 4-5 og 3-5 repetisjoner).

## **2.7 Hypotese**

Hypotese 1: Det vil ikke være en signifikant forbedring i knestyrke hos de eldre grunnet at de fysiologiske aldersprosessene gjør det vanskelig å oppnå gode resultater, med en mulig teori om at de er for svake i utgangspunktet til å trene hardt nok.

Hypotese 2: Det vil ikke være signifikant forskjell i framgang mellom de to aldersgruppene.

## 3.0 Metode

I denne studien brukes kvantitativ metode for å samle inn data og analyse for å besvare problemstillingen vår, som en del av det tverrfaglige utviklings- og forskingsprosjektet ISRAE. Dataene som blir presentert i denne bacheloroppgaven er resultater fra denne longitudinelle studien.

### 3.1 Utvalg

Rekruttering av deltagere i ISRAE-prosjektet var gjennom helse- og omsorgstjenesten i kommunene Luster, Leikanger og Sogndal i Sogn og Fjordane. Tjenestelederne i omsorgstjenesten ble kontaktet, og ble bedt om å finne deltagere til studien som oppfylte inklusjon- og eksklusjonskriteriene. Kandidatene som var aktuelle ble tilsendt informasjon om ISRAE og fikk forespørsel om å delta. De som ønsket å delta og godtok forespørselen ble personlig kontaktet av prosjektleder og fikk mer informasjon om studien. Høyde og vekt ble målt uten sko og iført lette klær. Høyde ble målt ved å bruke målebånd og vekten ble målt med en Tanitavekt (Tanita MC 780MA S, Tanita Corporation of America, Inc, Illinois, USA).

Utvalget i studien var på totalt 140 personer, bestående av menn og kvinner fra 61-95 år hvor 122 av disse ville delta. Til den første styrketesten var det 107 av disse som møtte opp. Vi har valgt å sammenligne to aldersgrupper på 80-85 år (N=26) og alle fra 90-95 år (N=32). Av disse var det 26 (80-85: N=13, 90-95: N=13) personer som oppfylte inklusjon- og eksklusjonskriteriene.

## 3.2 Inklusjon- og eksklusjonskriterier

Prosjektets inklusjonskriterier måtte oppfylles for å kunne delta. Den laveste alderen for deltagelse ble satt til 70 år for både kvinner og menn. Deltagerne måtte også være hjemmeboende, ha støtte fra helse- og omsorgstjenester og ellers være frisk nok til å delta i prosjektet. Personer som ble ekskludert var de med diagnoser som demens, Alzheimers, psykiske lidelser, slag eller de som ikke fikk godkjenning av legen sin på grunn av kontraindikasjoner for trening. I tillegg ble personer med alvorlige former for kreft og de som har hatt lengre bruk av kortikosteroider utelatt.

## 3.3 Trening

Treningsperioden varte i 25 uker, hvor deltakerne trente progressiv styrketrening to økter per uke. Øvelsene de trente var kneekstensjon, knebøy, roing, brystpress, armfleksjon og skulderpress fra uke 10. Uke 1-4 trente de 2 serier 10-12 repetisjoner, uke 5-20 trente de 3 serier 10-12 repetisjoner og uke 21-25 trente de 3 serier 8-10 repetisjoner.

**Tabell 1**

Uke	Serier	Repetisjoner	Økter per uke
1-4	2	10-12	2
5-20	3	10-12	2
21-25	3	8-10	2

## 3.4 Testing

All testing ble utført på eldresentrene i de tre forskjellige kommunene. Det ble gjennomført isometrisk kneekstensjon på den dominerende foten på forsøkspersonene. Her ble eksplosiv (RFD) og maksstyrke (MVC) målt i en og samme test. Det var tre forsøk på testene der de hadde 1 minutt pause mellom forsøkene og det sterkeste resultatet ble videre brukt og analysert. Testlederen motiverte hele veien under testingen. Forsøkspersonene møtte opp i puljer på 5 stykker til testene. Vekt, høyde og alder ble registrert hos forsøkspersonene ved oppmøte til testingen.

### **3.5 MVC og RFD**

Måling av hastighet på kraft (N/s) og kraft (N) ble utført ved maksimal isometrisk kraftutvikling (MVC) og «rate of force development» (RFD) på muskelene i quadriceps (Vastus medialis, Vastus lateralis, rectur femoris og Vastus intermedius). Den dominante foten til forsøkpåpersonene ble brukt under testingen, men om forsøkpåpersonene hadde problemer med funksjon i fot ble motsatt benyttet istedenfor. En Pivot 430 flexibenk (Sportmaster, Asker, Norge) ble brukt under testingen. Forsøkpåpersonene satt på denne benken der ryggen var i loddrett posisjon. En slynge (ROPES, Åsgardstrand, Norge) var festet i bakre del av benken til ankelen til forsøkpåpersonen. Kneleddet skulle være i 90 grader og lengden på slyngen ble justert deretter. Det var en kraftcelle (Ergotest A/S Porsgrunn, Norway) i enden av slyngen med tilkoble en linær encoder (Ergotest A/S Porsgrunn, Norway). Datamaskin ble brukt til å avlese måling av RFD OG MVC med programvaren (MuscleLab v 13.30, Ergotest A/S Porsgrunn, Norway). MVC ble beregnet ut fra 3 sekunder fra det høyeste punktet på kraftkurven og RFD fra gjennomsnittet mellom to punkter med varighet på 200 ms fra den bratteste biten av kurven. Det ble gitt et signal til forsøkpåpersonene fra testleder når testen skulle starte. Testen ble utført med å sparke benet så raskt ut som mulig og med maksimal innsats og holde til posisjonen til kraften (N) falt. Overkroppen måtte være i ro under utføring av testen.

### **3.6 Personvern og etiske hensyn**

Deltakelse var frivillig, og deltakerne kunne når som helst trekke seg fra studien uten å oppgi årsak. For å delta signerte alle deltakerne en samtykkeerklæring (vedlegg 1). Det ble brukt deltakernummer for å holde all informasjon om deltagerne anonymisert og all informasjon om deltagerne ble lagret på en server med adgangsbegrensning. Før oppstart av prosjektet ble det godkjent av REK (Regional Etnisk Komite, 2016/51 REK sør-øst B). Søknad ble også sendt til NSD (Norsk Senter for Forskningsdata, 49361/3/AGH) og ble godkjent. ISRAE-prosjektet var i samsvar med Helsinkideklarasjonen og HVL (Høgskolen på Vestlandet) sine etiske retningslinjer.

### **3.7 Statistikk og analyse**

Deskriptiv statistikk med gjennomsnitt  $\pm$  standard avvik og hypotesetester som parede og uparede t-tester (tohaledede) ble brukt for å finne eventuelle signifikante forandringer fra pre- til posttest og relative forandringer mellom gruppene. I alle testene ble signifikansnivået satt til  $p \leq 0.05$ . Vi brukte Excel 2010 (Microsoft Corp., USA) i vår arbeidsprosess til hjelp for å fremstille og presentere resultater.



## 4.0 Resultat

I tabell 2 ser vi pre- og post-resultatene for kroppsvekt, maksimal styrke (MVC), relativ styrke (N/kg) og eksplosiv styrke (RFD). Resultatene viser til en ikke signifikant endring hos begge gruppene i kroppsvekt, MVC og RFD. Den eneste signifikante økningen var på den eldste gruppen i relativ styrke, mens det var en ikke signifikant forskjell på yngste gruppen.

**Tabell 2 Styrkeresultater**

	<b>80-85 (n=13)</b>			<b>90-95 (n=13)</b>		
	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>	<b>Δ</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>	<b>Δ</b>
<b>Kroppsvekt</b>	74,6 ± 17,3	73,7 ± 16,4	-0,8	60,3 ± 10,1	58,9 ± 9,8	-1,4
<b>MVC</b>	178,2 ± 73,5	189,4 ± 68,6	11,2	193,3 ± 52,2	204,0 ± 45,0	10,7
<b>N/kg</b>	2,6 ± 1,5	2,7 ± 1,4	0,2	3,3 ± 0,8	3,5 ± 0,9**	0,3
<b>RFD</b>	396,9 ± 268,5	334,0 ± 157,4	-62,9	229,4 ± 121,3	236,1 ± 121,3	6,7

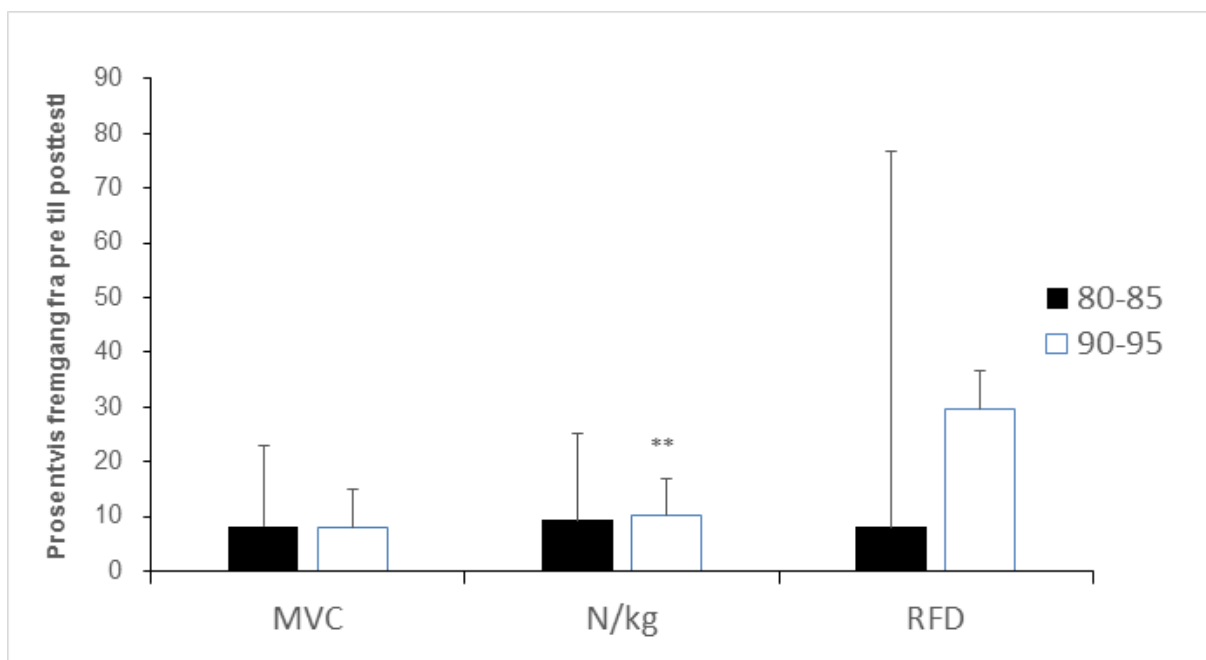
N=Antall forsøkspersoner. Verdier er gjennomsnitt ± standaravvik. MVC = maximum voluntary contraction.

N/kg=newton/kroppsvekt (kilogram). RFD = rate of force development. Kroppsvekt=kg. \*\*P<0,01 signifikant forskjell fra pre- til posttest.

## 4.1 Isometrisk muskelstyrke (maksimal, eksplosiv og relativ)

Etter den 25 uker lange styrketreningsintervensjonen fant vi signifikant økning ( $p < 0.01$ ) hos gruppen på 90-95 i relativ muskelstyrke (10 %). Derimot ble det ikke funnet noen signifikant økning hos 80-85 gruppen i samme variabel (9,3 %). Det ble heller ikke funnet noen signifikant endring i maksimal eller eksplosiv muskelstyrke hos begge grupper (80-85; 8,2 % og 8 %, 90-95; 8 % og 29,7 %)

Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene på maksimal, eksplosiv eller relativ muskelstyrke.



**Figur 2.** Figuren viser prosentvis endring maksimal (MVC), relative (N/kg) og eksplosiv styrke (RFD) fra pre-til posttest, samt standaravvik. Sorte søyler representerer 80-85 åringene, hvite søyler representerer 90-95 åringene. MVC= maximum voluntary contraction, N/kg=Newton/kroppsvekt, RFD= rate of force development.

## 5.0 Diskusjon

I den foreliggende studien var hovedfunnene at den relative styrken økte signifikant hos den eldste gruppen, derimot hos den yngste gruppen var økningen ikke signifikant. Både i maksimal og eksplosiv styrke hadde ingen av gruppene signifikante endringer.

### 5.1 Maksimal styrke (MVC)

Resultatene fra treningsperioden viser at den yngste (80-85 år) og eldste (90-95 år) gruppen ikke økte signifikant i maksimal muskelstyrke (MVC) (8,2 %  $p \leq 0,13$ , 8%  $p < 0,19$ ), noe som muligens skyldes lite homogene og små grupper (N=13). På den andre siden fant Capodaglio et al. (2002) signifikant økning (14,9%) i maksimal styrke (isometrisk kneekstensjon) hos eldre menn (68,5 år), med færre deltakere (N=10). Dette kan ha årsak i mindre heterogenitet i treningsadapsjonene til Capodaglio et al. (2002) sitt utvalg.

Forskjellen i framgang mellom gruppene var heller ikke signifikant ( $p < 0,96$ ), noe som trolig skyldes liten aldersforskjell mellom gruppene. Tidligere studier (Häkkinen, Alen & Komi 1985; Jones & Rutherford et al. 1987; Frontera et al. 1988; Hoppeler et al. 1996; Häkkinen et al. 1998; Harridge, Kryger & Stensgaard 1999; Ferri et al. 2003) viser lignende økning i maksimal styrke hos eldre (Frontera et al. 1988; Häkkinen et al. 1998; Ferri et al. 2003) og yngre (Häkkinen, Alen & Komi 1985; Jones & Rutherford et al. 1987; Hoppeler et al. 1996).

Derimot viser studien (Caserotti et al. 2008) en større framgang hos eldre (kvinner; 80-89 år) i forhold til en yngre (kvinner; 60-65år) gruppe. Begge gruppene trente eksplosiv og maksimal styrke (75-80% av 1RM) i 12 uker, som resulterte i en signifikant økning på 28% og 18% i maksimal styrke. Dette blir også støttet av en sammenligning mellom studiene (Jones & Rutherford 1987; Harridge, Kryger & Stensgaard 1999) på eldre (85-97 år) og yngre voksne, hvor de eldre i studien (Harridge, Kryger & Stensgaard 1999) viste vesentlig større framgang (37%) enn hva studien (Jones & Rutherford 1987) viste på yngre voksne (15%).

Selv om det ikke var en signifikant framgang på maksimal styrke i den foreliggende studien, viser studiene (Harridge, Kryger & Stensgaard 1999; Caserotti et al. 2008) at alder ikke er en hindring for å utvikle maksimal muskelstyrke. Tvert imot kan det se ut som det blir lettere for de eldste å få en større prosentvis økning. Større prosentvis økning hos eldre skyldes ofte at de har et lavt utgangsnivå og en liten forbedring kan være stor prosentmessig i forhold til de yngre, som ofte er sterkere og må ha større økning for å få den samme prosentvise framgangen (Sundberg & Henriksson 2015).

## 5.2 Relativ styrke

I relativ styrke hadde gruppen på 80-85 år en ikke signifikant økning (9,3%  $p < 0,18$ ), mens gruppen på 90-95 år hadde derimot en signifikant økning (10%  $p < 0,01$ ). Man kan da med sikkerhet vite at de eldste sin økning er reel, mens det er vanskelig å si om den yngste gruppens framgang skyldes tilfeldigheter eller ikke. Den ikke signifikante økningen hos den yngste gruppen kan trolig skyldes større heterogenitet enn den eldste gruppen (figur 2), da det ikke var signifikante endringer i kroppsvekt (80-85 år  $p < 0,20$ ; 90-95 år  $p < 0,44$ ).

Det var også små grupper (N=13), men i studien (Caserotti et al. 2008) blir det derimot vist signifikant økning med lignende grupper hos to aldersgrupper kvinner. Den yngste gruppen (60-65 år; N=17) økte den relative styrken med 21,5%, mens de eldste (80-89 år; N=10) økte med 28,1% på maksimal isometrisk kneekstensjon. Selv om denne studien bare hadde en treningsperiode på 12 uker viste resultatene en vesentlig større økning enn den foreliggende studien (25 uker) i relativ styrke. Dette kan trolig skyldes at de eldste ikke har mobilisert tilstrekkelig under trening og testene, grunnet mangel på kunnskap innenfor styrketrening og testing.

I likhet med absolutt maksimal styrke viser studien til Caserotti et al. (2008) i tillegg at alder ikke er en hindring for å utvikle relativ muskelstyrke. En annen studie (Reeves, & Narici 2003) viser også signifikant økning (18%), hvor det ble testet 5 RM kneekstensjon på eldre (74 år). Denne studien viser til lignende økning med Caserotti et al. (2008) sin yngste gruppe, der det var isometrisk kneekstensjon.

Da det ikke var signifikante endringer i kroppsvekt kan det tyde på at framgangen i relativ muskelstyrke hos den eldste gruppen kan trolig skyldes de nevromuskulære forholdene. De nevromuskulære forholdene kan bidra med å øke den maksimale styrken uten å øke kroppsmassen nevneverdig, som resulterer i økt relativ muskelstyrke (Harridge et al., 1999; Patten & Kamen 2001; Reeves et al., 2004).

### 5.3 Eksplosiv styrke

I eksplosiv styrke hadde gruppen på 80-85 år en ikke signifikant økning på (8%  $p < 0,26$ ), mens gruppen på 90-95 hadde en ikke signifikant økning på (29,7 %  $p < 0,86$ ). Som ved maksimal og relativ styrke var gruppene også her lite homogene, men vesentlig mindre homogenitet hos den yngste gruppen (Figur 2). Denne heterogeniteten kan skyldes få antall (N=13) i den foreliggende studien. Derimot viser studien (Caserotti et al., 2008) en eldre gruppe (80-89 år) som har signifikant fremgang i eksplosiv styrke (51%) med enda mindre utvalg (N=10) enn den foreliggende studien. Noe som kan tyde på mer homogenitet blant Caserotti et al., (2008) sine deltakere, som består av kvinner.

Studien (Caserotti et al., 2008) viste også signifikant framgang (21%) på en yngre (60-65 år) gruppe eldre, med vesentlig mindre framgang i eksplosiv styrke. Dette kan tyde på at eldre grupper har større framgang enn yngre. Dette blir støttet av en sammenligning av studier (Støren et al., 2008; Fimland et al., 2009; Sunde et al., 2010; Barret-O'Keefe et al., 2012; Heggelund et al., 2013; Unhjem et al., 2016) som er gjort på yngre med en snittalder på 28 år som viser til en økning på 76,61% i eksplosiv styrke på 8 uker med maksimal styrketrening. Tilsvarende sammenligning av studier (Hoff et al., 2007; Karlsen et al., 2009; Wang et al., 2010; Wang et al., 2017) på eldre med snittalder på 65 år viser til en enda større økning på 85,17 % i eksplosiv styrke. Disse studiene viser at alder ikke er en hindring for å utvikle eksplosiv styrke. Dette skyldes trolig at den eldste gruppen har et lavere utgangsnivå enn den yngste gruppen. Utgangsnivå er en viktig faktor som er med å avgjøre hvor mye en person kan øke den fysiske formen (Sundberg & Henriksson 2015).

På den andre siden viser flere studier (Häkkinen et al., 1998; Barry, Warman & Carson 2005) at yngre har lignende framgang av eksplosiv styrketrening som eldre. Et eksempel er Häkkinen et al (1998) som viser at yngre, både kvinner og menn i 40 årene hadde lignende forbedring (31% og 41%) i eksplosiv styrke som eldre menn og kvinner i 70 årene (28% og 40%).

## **5.4 Styrker og svakheter ved studien**

I følge de studiene vi har lest, finnes det lite forskning på eldre og styrketrening helt opp til 95-årsalderen. Dermed kan denne studien være et positivt bidrag til å styrke informasjonen rundt de gunstige effektene man får av styrketrening selv når man har passert over 90.

Det kan være en fordel å se på de eldste eldre på 90+ da disse ofte ikke er med i studier, med en mulig teori om at de kan ha for lavt fysisk funksjonsnivå som utgangspunkt for deltakelse. Samtidig kan dette knyttes opp mot eldrebølgen da det stadig blir flere eldre i 80-90-årene (Skirbekk VF, Eriksen HM & Strand BH, 2015) og det kan det være interessant å se på det fysiske funksjonsnivået til disse som kan være et bidrag til eldreforskningen.

Totalt var det omtrent 32 personer fra aldersgruppene 80-85 og 90-95 som ble ekskludert fordi de manglet essensielle kriterier for inklusjon i studien. Med essensielle kriterier menes det; kroppsvekt, verdier på pre/post-test og lignende som gjorde at vi ikke kunne ta de med. Et annet aldersspenn vi valgte å ekskludere var personer fra 61-79 år fordi det var for lite data til å lage to grupper med nok aldersforskjell mellom. Samtidig var det ønskelig å se på den aller eldste delen av befolkningen, da det som nevnt ovenfor finnes mindre studier på de eldste eldre.

En faktor som kan ha påvirket resultatet er volumet. I den foreliggende studien var det kun tre sett per øvelse, som er noe mindre enn andre studier på eldre (Hoff et al., 2007; Karlsen et al., 2009; Wang et al., 2010; Wang et al., 2017) hvor det var fire sett per øvelse, hvor det ble vist til å ha en signifikant økning i eksplosiv og maksimal styrke. På den andre siden viser studien (Krieger, 2010) at det ikke er signifikant forskjell i framgang mellom 2-3 og 4-6 sett per øvelse. I tillegg anbefales det å ha et treningsvolum på 1-3 serier både for nybegynnere og viderekommende (American College of Sports Medicine, 2013), og dermed skyldes trolig de ikke signifikante endringene andre faktorer.

Før prosjektet ble det ikke gjort noe tilvenningstest, og ingen av deltagerne hadde erfaring med styrketrening fra før. Når en ikke har erfaring med styrketrening, vil det kunne være vanskelig å vite hvor hardt man faktisk må mobilisere under testingen og treningen, og dette kan ha påvirket resultatene. Derimot ville de trolig fått en signifikant framgang av treningsperioden dersom de lærte seg å mobilisere maksimalt, men økningen var ikke signifikant med unntak av den eldste gruppen på relativ styrke. Dette kan tyde på at deltakerne ikke hadde optimal treningsintensitet, som er avgjørende for effekten av styrketreningen og dermed resultatene (Narici et al., 2004).

## 5.5 Praktiske implikasjoner

Fokuset i denne studien var å se på om alder kunne være en hindring for å kunne utvikle styrke i kneekstensjon gjennom å se på variablene maksimal, eksplosiv og relativ styrke.

Man mister beinmasse og beintetthet som en del av aldringsprosessen, og spesielt gjelder dette kvinner etter overgangsalderen. Skjelettet taper kalsium og andre mineraler. Som følger av disse tapene blir de lange knoklene i benmuskulaturen skjør. Ledd blir stivere og mindre bevegelig, og væske i leddene minker (MedlinePlus, 2018) Grunnet at styrketrening kan være med på å forebygge både tap av beinmasse (Layne & Nelson, 1999) og osteoporose (Nelson et al. 1994) kan alle disse nevnte konsekvensene reduseres i omfang.

Bedret styrke kan i tillegg være med på å skape et bedre grunnlag som forbedrer kapasiteten i underekstremitetene for å stå imot den fysiologiske aldersrelaterte nedgangen som skjer, som diskutert tidligere i oppgaven. Styrketrening kan være et viktig supplement utover annen generell aktivitet eldre driver med, som kan være turgåing eller lignende (Burton, Lewin & Boldy, 2015).

Ser man studien i et samfunnsperspektiv kan resultatene fra oppgaven være med på å skape større interesse blant den eldre befolkningen i forhold til å forstå hvor viktig det er med styrketrening som forebygging for de negative fysiologiske endringene i underekstremitetene. (King, 2001).

For de aller eldste var det trolig mindre vanlig å trene på treningssenter under oppveksten, og dette kan ha ført til at de eldre ikke har drevet med styrketrening tidligere. I tillegg har samfunnet blitt mer mobilt og effektivt, hvor blant annet arbeid som rengjøring, skaffe mat og transport har blitt lettere og mindre energikrevende. Det er enklere å bruke bilen framfor å sykle, gå eller jogge dit man skal.



## **6.0 Konklusjon**

Resultatet fra denne bacheloroppgaven viser ingen signifikant forskjell mellom aldersgruppene 80-85 og 90-95 år. Basert på disse resultatene kan man ikke med sikkerhet si i hvilken grad alder kan påvirke maksimal, relativ og eksplosiv muskelstyrke. Derimot viser andre studier at alder ikke er en hindring for å utvikle disse muskelegenskapene.

## 7.0 Litteraturliste

Aagard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, og Dyhre-Poulsen P. (2000) *Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: Effects of resistance training*. J Appl Physiol (1985) 89: 2249-2257

Aagard P. (2003) *Training-induced changes in neural function*. Exerc Sport Sci Rev 31: 61-67

Abbot H, Bellon C, Bingham G & Taber C (2016) *Roles of Maximal Strength and Rate of Force Development in Maximizing Muscular Power*. Strength and conditioning journal 38(1):71-78 doi: 10.1519/SSC.0000000000000193

American College of Sports Medicine (ACSM 1998). *Exercise and physical activity for older adults*. *Medicine in Science and Sport and Exercise*. 30: 992-1008

American College of Sports Medicine. (2013). *Resistance Training for Health and Fitness* [brosjyre]. Ukjent: American College of Sports Medicine.

Andersen J.E (2018) *Flere eldre enn yngre i Norge om 15 år* Hentet fra Forskning:

<https://forskning.no/befolkningshistorie/ssb-flere-eldre-enn-yngre-i-norge-om-15-ar/1193937>

Anderssen SA, Hansen BH, Kolle E, Steene-Johannessen J, Børsheim E, Holme I, Kan-1-gruppen (2009) *Fysisk aktivitet blant voksne og eldre i Norge*. Resultater fra en kartlegging i 2008 og 2009. Oslo: Helsedirektoratet. Rapport 15-1754

Arnadottir NY, Koster A, Van Domelen DR, Brychta RJ, Caserotti P, Eiriksdottir G, Sverrisdottir JE, Launer LJ, Gudnason V, Johansson E, Harris TB, Chen KY, Sveinsson T. (2013) *Objectively measurements of daily physical activity patterns and sedentary behavior in older adults: Age, Gene/ Environment Susceptibility – Reykjavik Study*. Age Aging. 42(2): 222-229

Bahr R, red. (2009) *Aktivitetboken: fysisk aktivitet i forebygging og behandling*. Oslo: Helsedirektoratet; 44-53.

Bahr R, red. *Aktivitetshåndboken: fysisk aktivitet i forebygging og behandling*. Oslo, Helsedirektoratet;2009.

Barret-O'Keefe, Z., Helgerud, J., Wagner, P. D., & Richardson, R. S. (2012). *Maximal strength training and increased work efficiency: contribution from the trained muscle bed*. *J Appl Physiol* (1985), 113(12), 1846-51. doi: 10.1152/jappphysiol.00761.2012

Barry, B. K., Warman, G. E., & Carson, R. G. (2005). *Age-related differences in rapid muscle activation after rate of force development training of the elbow flexors*. *Exp Brain Res*, 162, 122-32. doi: 10.1007/s00221-004-2127-3

Boss G.R & Seegmiller J.E (1981) *Age-Related Physiological Changes and Their Clinical Significance* *West J Med* 1981 Dec; 135(6): 434-440.

Brown AB, Mccartney N, Sale DG (1990). *Positive adaptations to weith-lifting training in the elderly*. *J Appl Physiol*.Nov;69(5):1725-33

Burton, Lewin, Boldy (2015) *Physical activity preferences of older home care clients*. *Int J Older People Nurs*. 2015 Sep;10(3):170-8. doi: 10.1111/opn.12065.

Caserotti P, Aagaard P, Larsen JB, Puggaard P. (2008) Explosive heavy- resistance training in old and very old adults: *changes in rapid muscle force, strength and power*. *Scand J Med Sci Sports* 18:773–782.

Capodaglio P, Facioli M, Burrioni E, Giordano A, Ferri A, and Scaglioni G, (2002). *“Effectiveness of a home-based strengthening program for elderly males in Italy. A preliminary study,”* *Aging Clinical and Experimental Research*, vol. 14, no. 1, pp. 28–34

Chodzko-Zajko, W.J., Proctor, D.N, Singh, M.A.F., Minson, C.T., Nigg, C.R., Salem, G. J., og Skinner, J.S (2009) *Exercise and physical activity for older adults*. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 41(7), 1510-1530.

Cormie P, McGuigan MR, and Newtown RU. (2011). *Developing maximal neuromuscular power: Part 2-training considerations for improving maximal power production*. *Sports Med* 41: 125-146

Cormie P, McGuigan MR, og Newton RU. (2010) *Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training*. *Med Sci Sports Exerc* 42: 1566-1581

Davis MG, Fox KR, Hillsdon M, Sharp DJ, Coulson JC, Thompson JL.(2011) «*Objectively measured physical activity in a diverse sample of older urban UK adults.*» *Med Sci Sports Exerc.*;43(4):647-654.

Doherty TJ. (2002) *Effects of short-term training on physiological properties of human motor units*. *Can J Appl Physiol*.29:218-222

Doherty, TJ. (2003). *Invited Review: Aging and sarcopenia*. *J Appl Physiol* (1985), 95(4), 1717-27. doi: 10.1152/jappphysiol.00347.2003

Doherty TJ. (1993) Vandervoort AA, and Brown WF. *Effects of ageing on the motor unit: a brief review*. *Can J Appl Physiol* 18: 331–358

Enns, D. L., & Tiidus, P. M. (2010). *The influence of estrogen on skeletal muscle: sex matters*. *Sports Med*, 40(1), 41-58. doi: 10.2165/11319760-000000000-00000

Fasting M (2018) *Hva er eldrebølgen?* Hentet fra Civita:

<https://www.civita.no/politisk-ordbok/hva-er-eldrebolgen>

Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van Hoecke J, Narici MV. (2003) *Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age*. Acta Physiol Scand 177:69-78

Fimland, M. S., Helgerud, J., Gruber, M., Leivseth, G., & Hoff, J. (2009). *Functional maximal strength training induces neural transfer to single-joint tasks*. Eur J Appl Physiol, 107(1), 21- 9). doi: 10.1007/s00421-009-1096-4

Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. (1988) *Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function*. J Appl Physiol 64:1038-1044

Hansen BH, Kolle E, Dyrstad SM, Holme I, Anderssen SA (2012) *Accelerometer Determined Physical Activity in Adults and Older People*. Med Sci sports Exerc.44(2): 266-272

Harridge SD, Kryger A, Stensgaard A. (1999) *Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training*. Muscle Nerve; 22:831-839

Harris GR, Stone MH, O' Bryant HS, Proulx CM, og Johnson RL. (2000) *Short-Term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods*. J Strength Cond Res 14: 14-20

Helsedirektoratet. (2014) *Anbefalinger om kosthold, ernæring og fysisk aktivitet*. Rapport IS-2170, Oslo

Helsedirektoratet (2015). *Fysisk aktivitet og sedat tid blant voksne og eldre i Norge – Nasjonal kartlegging 2014-2015*. Oslo: Helsedirektoratet Report No.:IS-2367

Heggelund, J., Fimland, M. S., Helgerud, J., & Hoff, J. (2013). *Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training*. Eur J Appl Physiol, 113(6), 1565-73. doi: 10.1007/s00421-013-2586-y

Hjort PF, Waaler HT, Tverdal A, Graff-Iversen S, Trygg K.(1996) *Mosjoner folk mindre enn de tror?* Tidsskrift for Den Norske Lægeforening.116:3023-3024.

Hoff, J., Tjønnå, A. E., Steinshamn, S., Høydal, M., Richardson, R. S., & Helgerud, J. (2007). *Maximal strength training of the legs in COPD: a therapy for mechanical inefficiency.* Med Sci Sports Exerc, 39(2), 220-6. doi: 10.1249/01.mss.0000246989.48729.39

Hoppeler H, Kayser B, Landoni L, Claassen H, Gavardi C, Conti M, Cerretelli P.(1996) *Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training.* Acta Physiol Scand ;157:175-186.

Hvid, L., Aagaard, P., Justesen, L., Bayer, M. L., Andersen, J. L., Ørtenblad, N., Kjaer, M., & Suetta, C. (2010). *Effects of aging on muscle mechanical function and muscle fiber morphology during short-term immobilization and subsequent retraining.* J Appl Physiol (1985), 109(6), 1628-34. doi: 10.1152/jappphysiol.00637.2010

Häkkinen K, Alen M, Komi PV. (1985) *Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining.* Dec;125(4):573-85.

Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mälkiä E, Alen M. (1998). *Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people.* J Appl Physiol (1985), 84(4), 1341-9.

Häkkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. (2001) *Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and woman.* Acta Physiol, Scand. Jan;171(1):51-62

Häkkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, Gotshalk LA, Cambell WW, Evans WJ, Häkkinen A, Humphries BJ, Kraemer WJ. (1998) *Changes in muscle morphology, electromyography activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci. Nov;53(6):B415-23

Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, Lopez JL, Häkkinen K.(1999) *Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol **79**: 260–267.

Jette A, M. Lachman M. Giorgetti M, M.et al., (1999) *Exercise—it's never too late: the strong-for-life program*, American Journal of Public Health, vol. 89, no. 1, pp. 66–72, [17]

Jones DA, Rutherford OM. (1987) *Human muscle strength training: the effects of three different regimens and the nature of the resultant changes*. J Physiol 391:1-11. 29.

Raastad T., Nilsson J, Enoksen E & Gjerset A (2015) *Idrettens treningslære* (2. Utg) s 387-394 Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS

Kahlert, S., Grohé, C., Karas, R. H., Löbbert, K., Neyses, L., & Vetter, H. (1997). *Effects of estrogen on skeletal myoblast growth*. Biochem Biophys Res Commun, 232(2), 373-8.

Kamel, H. K., Maas, D., Duthie, E, H, Jr. (2002). *Role of hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia*. Drugs Aging, 19(11), 865-77.

Karlsen, T., Helgerud, J., Støylen, A., Lauritsen, N., & Hoff, J. (2009). *Maximal strength training restores walking mechanical efficiency in heart patients*. Int J Sports Med, 30(5), 337- 42. doi: 10.1055/s-0028-1105946

Kaufman, J. M., & Vermeulen, A. (1997). *Declining gonadal function in elderly men*. Baillieres Clin Endocrinol Metab, 11(2), 289-309.

King, A.C. (2001). *Interventions to promote physical activity in older adults*. The Journal of Gerontology: Series A, 56A, 36-46.

Klass, M., Baudry, S., & Duchateau, J. (2008). *Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions*. J Appl Physiol (1985), 104(3), 739-46. doi: 10.1152/jappphysiol.00550.2007

Korhonen MT, Cristea A, Alén M, Häkkinen K, Sipilä S, Mero A, Viitasalo JT, Larsson L, Suominen H. (2006) *Aging, muscle fiber type, and contractile function in sprint-trained athletes. J Appl Physiol* 101: 906–917.

Krieger J (2010) *Single vs. Multiple Sets of Resistance Exercise for Muscle Hypertrophy: A Meta-Analysis. The Journal of Strength and Conditioning Research* 24(4): 1150-9 doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d4d436}

Larsson L, Grimby G, and Karlsson J. (1979) *Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. J Appl Physiol* 46: 451–456

Latham N, Anderson C, Bennet D, Stretton C. (2003) *Progressive resistance strength training for physical disability in older people. Cochrane data base syst rev.* 2:CD002759.

Layne JE & Nelson ME (1999) *The effects of progressive resistance training on bone density: a review Med Sci Sports Exerc.* 1999 Jan;31(1):25-30.

Lexell J, Downham D. (1992) *What is the effect of aging on type 2 muscle fibres? J Neurol Sci.* Feb;107(2):250-1.

Lexell J, Taylor CC, Søstrøm M. (1988) *What is the cause of the aging atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83- year-old men. J Neurol Sci.* Apr;84(2-3):275-94

Lohne-Seiler H, Hansen BH, Kolle E, Anderssen SA (2014). *Accelerometer-determined physical activity and self-reported health in a population of older adults (65-85 years): a cross-sectional study. BMC Public Health.* 14: 284-294

Lohne-Seiler H., Langhammer, B., (2010) *Fysisk aktivitet og trening for eldre: Betydning for fysisk kapasitet og funksjon* (2 utg.) Oslo: Cappelen Damm

Loland NW. (2004) *Exercise, health and ageing. Journal of Ageing and Physical Activity.* 12:170-184



MedlinePlus (2018) *Aging changes in the bones – muscles – joints* U.S National Library of Medicine. <https://medlineplus.gov/ency/article/004015.htm>

Murray MP, Duthie EH Jr, Gambert SR, Sepic SB, and Mollinger LA. (1985). *Age-related differences in knee muscle strength in normal women*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 40: 275–280

Murray MP, Gardner GM, Mollinger LA, and Sepic SB. (1980) *Strength of isometric and isokinetic contractions: knee muscles of men aged 20 to 86*. Phys Ther 60: 412–419

Mære Å, Bjørndal A, Holmen J, Midthjell K, Kjærsgaard P. *Mosjonsvaner hos voksne i Nord-Trøndelag* (1991) Tidsskrift for Den Norske Lægeforening. 111;3697-3699.

Narici MV, Reeves ND, Morse CI, Maganaris CN. (2004) *Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly*. J Musculoskelet Neuronal Interact. Jun;4(2):161-4.

Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND, Capodaglio P. (2003) *Effect of aging on the human muscle architecture*. J Appl Physiol. Dec; 95(6):2229-34.

Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ (1994) *Effects of High-Intensity Strength Training on Multiple Risk Factors for Osteoporotic Fractures: A Randomized Controlled Trial* JAMA. 1994;272(24):1909-1914.

doi:10.1001/jama.1994.03520240037038

NHI (2016) *Muskelsvinn hos eldre, sarkopeni* Hentet fra:

<https://nhi.no/sykdommer/eldre/ulike-sykdommer/muskelsvinn-hos-eldre-sarkopeni/>

Nordic Nutrition Recommendations (2012) *Integration nutrition and physical activity*. Nord 2014: 002, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark; 2014

Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., Willmore, J. H. (1995). *Physical Activity and Public Health - A Recommendation from the Centers of Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine*

<https://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000391/p0000391.asp#head0040000000000000>

- Patten C, Kamen G. (2001) *Adaptions in motor unit discharge activity with force control training in young and older human adults*. Eur J Appl Physiol. Oct;83(2-3):128-43.
- Pearson SJ, Young A, Macaluso A, Devito G, Nimmo MA, Cobbold M, Harridge SD. (2002) *Muscle function in elite master weightlifters*. Med Sci Sports Exerc 34: 1199–1206.
- Porter MM. (2006) *Power training for older adults*. Appl Physiol Nutr Metab. 31:87-94.
- Porter MM, Vandervoort AA, and Lexell J.(1995).*Aging of human muscle: structure, function and adaptability*. Scand J Med Sci 5: 129–142’
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, R, B., & Wisnes, R, A. (2010). *Styrketrening – i teori og praksis*. Oslo, Gyldendal.
- Raastad T, Nilsson J, Enoksen E, Gjerset A (2015) *Idrettens treningslære (2.utg)* Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS
- Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. (2004) *Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans*. J Appl Physiol. Mar;96(3):885-92.
- Reeves N, Maganaris CN, Narici MV. (2003) *Effects of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals*. Journal of physiology. 548:971-981.
- Roubenoff, R., & Hughes, V. A. (2000). *Sarcopenia: current concepts*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 55(12), M716-24.
- Sand, O., Sjaastad, Ø., & Haug E., (2016) *Menneskets fysiologi (2. Utg)* s 340 Oslo: Gyldendal Norsk Forlag
- Seiler S. (1998) *Helse, levevaner og medisinske risikofaktorer blant voksne i Aust- og Vest-Agder*. En undersøkelse utarbeidet av Statens helseundersøkelser og Agderforskning. Kristiansand: Agderforskning

Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. (1994) *Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years*. *Age and Ageing*. 23(5):371-377.

Skirbekk, V. F., Eriksen, H.-M., & Strand, B. H. (2015). *Helse hos eldre i Norge*. Hentet fra: <https://www.fhi.no/nettpub/hin/helse-i-ulike-befolkningsgrupper/helse-hos-eldre-i-norge---folkehels/>

Smith E (2009) *Instruktøren* s. 41. Kristiansand: Høyskoleforlaget

Stone MH, Moir G, Glaister M, og Sanders R. (2002) *How much strength is necessary?* *Phys Ther* 3: 88-96

Stone MH, Sands WA, Carlock J, Callan S, Dickie D, Daigle K, Cotton J, Smith SL, og Hartman M. (2004) *The important of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling*. *J Strength Cond Res* 18: 878-884

Stone MH, Stone M, og Sands WA. (2007) *Principles and Practice of Strength Training*. Champaign, IL: Human Kinetics

Støren, Ø., Helgerud, J., Støa, E. M., & Hoff, J. (2008). *Maximal strength training improves running economy in distance runners*. *Med Sci Sports Exerc*, 40(6), 1087-92. doi: 10.1249/MSS.0b013e318168da2f

Sunde, A., Støren, Ø., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J., & Helgerud, J. (2010). *Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists*. *J Strength Cond Res*, 24(8), 2157-65. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181aeb16a

Suominen H. (2006) *Muscle training for bone strength*. *Aging Clin Exp Res*.18:85-93.

T. Suzuki, H. Kim, H. Yoshida, and T. Ishizaki, (2004) *Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women*, *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, vol. 22, no. 6, pp. 602–611

Sundberg C, Henriksson J,(2015) aktivitetshåndboken, *Generelle effekter av fysisk aktivitet*, hentet fra: <https://helsedirektoratet.no/Documents/Publikasjonsvedlegg/IS-1592-aktivitetshandboken-kapittel-1-generelle-effekter-av-fysisk-aktivitet.pdf>

Tipton KD. (2001) *Muscle protein metabolism in the elderly: influence of exercise and nutrition*. Can J Appl Physiol 26: 588–606

Toji H og Kaneko M. (2004) *Effect of multiple load training on the force-velocity relationship*. J Strength Cond Res 18: 792-795

Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, Mc Dowell M. Physical (2008) *Activity in the United States measured by accelerometer*. Med Sci Sports Exerc. 40(1): 181-188.

Unhjem, R., Flemmen, G., Hoff, J., & Wang, E. (2016). *Maximal strength training as a physical rehabilitation for patients with substance use disorder; a randomized controlled trial*. BMC Sports Sci Med Rehabil, 31;8:7. doi: 10.1186/s13102-016-0032-2

Vandervort AA, McComas AJ. (1986) *Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging*. J Appl Physiol. Jul;61(1):361-7.

Wang, E., Helgerud, J., Loe, H., Indseth, K., Kaehler, N., & Hoff, J. (2010). *Maximal strength training improves walking performance in peripheral arterial disease patients*. Scand J Med Sci Sports, 20(5), 764-70. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01014.x

Wang, E., Nyberg, S. K., Hoff, J., Zhao, J., Leivseth, G., Tørhaug, T.,...Richardson, R. S. (2017). *Impact of maximal strength training on work efficiency and muscle fiber type in the elderly: Implications for physical function and fall prevention*. Exp Gerontol, 91, 64-71. doi: 10.1016/j.exger.2017.02.071

Young A, Stokes M, and Crowe M. (1985) *The size and strength of the quadriceps muscles of old and young men*. Clin Physiol 5:145–154

Young A, Stokes M, and Crowe M. (1984) *.Size and strength of the quadriceps muscles of old and young women.* Eur J Clin Invest 14: 282–287

Zatsiorsky VM og Kraemer WJ. (2006) *Science and Practice of Strength Training.* Champaign, IL: Human Kinetics

Øye. I (2018) *Dose-respons-sammenheng* Store Norske Leksikon hentet fra:  
<https://sml.sn.no/dose-respons-sammenheng>

## **Vedlegg 1.**

# **Førespurnad om deltaking i forskingsprosjekt**

## **Heimebasert styrketrening blant eldre med heimesjukepleie eller heimehjelp**

### **Bakgrunn og hensikt**

Ved aukande alder reduserast gradvis både muskelmasse, muskelstyrke, beinmineraltetthet og funksjonsevna. For mange eldre kan en reduksjon av muskelstyrken og nedsatt funksjonsevne etter kvart vert ei begrensande faktor for daglege gjeremål, og kan resultere i at mange eldre vert avhengige av hjelp frå andre, og mister på mange måtar si sjølvstende. Regelmessig styrketrening kan bidra til å redusere aldersrelaterte fysiske endringar, og kan dirfor ha god effekt på eldre si fysiske funksjon, helsetilstand og sjølvstendigheit. Det er godt dokumentert at styrketrening har god effekt på eldre si muskelmasse, muskelstyrke, beinmineraltetthet og fysiske funksjon. Hensikta med studien er å kartlegge effektane heimebasert styrketrening kan ha for eldres fysiske funksjon og aktivitetsnivå.

### **Kva inneberer studien?**

Som deltakar i studien vil du bli delt inn i ein treningsgruppe eller ein kontrollgruppe.

Kontrollgruppa vil få tilbod om å delta på tilrettelegging og motivasjon til å vera fysisk aktive. Dei som havnar i treningsgruppa vil trene 2 -3 gonger i veke saman med instruktør. Kvar trening vil vare om lag 30 minutt. Treninga vil skje i eigen heim.

Det fyrste året av prosjektet vil alle deltakarane vil bli testa 3 gonger. Testane er enkle styrke- og funksjonstestar; 6 meter gå-test, stol test, trappegang, føretrukket og maksimal ganghastighet, styrke i under- og overkropp samt spørjeskjema om livskvalitet og frykt for å falle. Ei testrunde vil vare i omlag ein time. Før, midt i og etter treningsperioden vil alle deltakarane få utdelt eit akselerometer (aktivitetsmålar), som skal brukast i 14 samanhengande dagar. I 2. året av prosjektet vil deltakarane bli testa i desember og i juni. Identiske testar vil då bli nytta.

### **Kva skjer med testresultata og informasjonen om deg?**

Testresultata og informasjonen som registrerast om deg skal kunn brukast slik som nemnt i hensikta med studien. Alle opplysningane og resultata vil bli handsame utan namn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennande opplysningar. Eit deltakarnummer knyt deg til dine opplysningar og resultata gjennom en namneliste. Det er berre autorisert personell knytt til studien som har tilgang til namnelista og som kan finne tilbake til deg. Det vil ikkje vera mogleg å identifisere deg i resultata av studien når disse publiserast.

### **Frivillig deltaking**

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og utan å oppgi nokon grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dersom du ønsker å delta, underteiknar du samtykkeerklæringa nedst på side. Ønsker du seinare å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte prosjektleder Atle Hole Sæterbakken (telefon 57676044).

### **Samtykke til deltaking i studien**

Eg er villig til å delta i studien og har mottatt informasjon om prosedyrane. Ved samtykke til deltaking, samtykker eg også til innhenting av data frå nasjonale registre frå Helsedirektoratet som Norsk Pasientregister (NPR) og IPLOS.

---

(Signert av prosjektdeltakar, dato)

Eg stadfestar å ha gitt informasjon om studien

---

(Signert, rolle i studien, dato)







