



**Bevegelsesvitenskap**  
Kristoffer Henæs & Kristoffer Sørli

## **Bacheloroppgave**

Styrketrening og sarkopeni  
*(Strength training and sarcopenia)*

Candidate number: 10002, 10041

Number of words in abstract: 183

Number of words in thesis: 3970

## Abstract

**Introduction:** The study assesses whether resistance training can prevent the development of sarcopenia, as well as what connection previous training history can have when starting up the training. By comparing research literature on older people (60-95 years) and resistance training measures.

**Method:** Descriptive literature study with literature search in the databases Pubmed and Google Scholar. 8 quality-rated articles, published from the year 2000 onwards.

**Result:** Resistance training 45-90 minutes 1-3 times a week for a continuous period (6 weeks +), can counteract sarcopenia in the elderly healthy (who are able to exercise). Increased satellite cell content at the onset of resistance training, potentially contributes to greater progression and counteracting of sarcopenia.

**Conclusion:** Strength training measures seem to be able to prevent sarcopenia with significant effect. Unlike the frequency of the exercise (1-3 days a week), it seems that everyone could have an effect, while the intensity level around 80% 1RM is thought to optimize, among the majority of healthy elderly with sarcopenia. Myonuclear area and satellite cell content appear to be strongly associated with hypertrophy and muscle strength among type II muscle fibers.

## Sammendrag

**Innledning:** Studien vurderer om styrketreningstiltak kan forebygge utviklingen av sarkopeni, samt hvilken sammenheng tidligere treningshistorikk kan ha ved oppstart av styrketrening. Ved å sammenligne forskningslitteratur omhandlende eldre mennesker (60-95 år) og styrketreningstiltak.

**Metode:** Deskriptiv litteraturstudie med litteratursøking i databasene Pubmed og Google Scholar. 8 kvalitetsvurderte valgte artikler, publisert fra år 2000 og fremover.

**Resultat:** Styrketrening 45-90 minutter 1-3 ganger i uken i en sammenhengende periode (6 uker+), kan motvirke sarkopeni hos eldre friske (som er i stand til å gjennomføre treningen). Økt satellittcelle-innhold ved oppstart av styrketrening, bidrar potensielt til større progresjon og motvirkning av sarkopeni.

**Konklusjon:** Styrketreningstiltak ser ut til å kunne forebygge sarkopeni med betydelig effekt. Ulik hyppighet på treningen (1-3 dager i uken), ser ut til å alle kunne gi effekt, mens intensitetsnivå rundt 80% 1RM tydes å optimalisere, blant flertallet av friske eldre med sarkopeni. Myonukleære areal og satelittcelle-innhold ser ut til å være sterkt forbundet med hypertrofi og muskelstyrke blant type II muskelfibre.

## Forfatter:

Kristoffer Henæs og Kristoffer Sørli.

## Oppgavens tittel:

Styrketrening og sarkopeni

## Problemstilling:

Vi ønsker å se om tidligere treningshistorikk er assosiert med oppstart av styrketrening, og hvilke tiltak som kan forebygge sarkopeni ved styrketrening.

## **Innholdsfortegnelse:**

Bevegelsesvitenskap forside.....	0.0
Forfattere.....	0.1
Problemstilling.....	0.2
Innledning.....	1.0
Metode.....	2.0
Resultat.....	3.0
Diskusjon.....	4.0
Konklusjon.....	5.0
Litteraturliste.....	6.0

## **1.0 Innledning**

Tall fra statistisk sentralbyrå viser at i 1960 bodde det ca 3,6 millioner mennesker i Norge. I 2019 bor det 5,3 millioner mennesker i Norge, noe som utgjør en økning med ca 1,7 millioner mennesker på 59 år. (19) I statistikk kalkulatoren til FN vises det også at populasjonen over 60 år fra 1960 til 2100 vil øke med 11% i Niger, som er de med minst økning. Og hele 46% i Singapore med størst økning. Norge viser å ha en økning på 34 % av voksne over 60 år i 2100. (20) Denne økningen kan igjen ikke sammenlignes med økningen i verden. I følge data fra FN var det 5.3 milliarder mennesker i 1990, Mens i 2017 var det 7.6 milliarder mennesker. Med denne økningen er det så mange som 11 milliarder mennesker i år 2100, ifølge befolkningsprognosen til FN. (21) Dette kan være med å skape problemer for helsebudsjettet, og vanskeligheter for de eldre som trenger hjelp til enkle dagligdagse oppgaver. I følge statistisk sentralbyrå ble det brukt 67 770 kr på helseutgifter per innbygger i 2018. (22) Helseutgiftene ganger antall innbyggere i Norge, er 359 milliarder kroner. Det kan også være relevant å se på tall fra dødsårsaksregisteret, da det viser at Hjerte-karsykdommer i 2013 var årsaken til 12343 dødsfall i Norge. (23) Hjerte karsykdommer er ofte et resultat av inaktivitet og dårlige levevaner. Og det er vanlig at disse problemene rammer eldre. (24) Helsedirektoratet viser til at bare 150 minutter i uken med moderat aktivitet er effektivt for motvirkningen av aldersrelaterte sykdommer (25), men ut ifra tallene kan det være for få som oppfyller disse kravene. For å kunne dekke pleie og helserelatert behandling av de eldre, trenger vi mer ressurser i form av penger til blant annet medikamenter ettersom det blir flere eldre. Med de riktige politiske valgene kan fokuset legges mot et økende antall eldre i fremtiden, og innføring av mer fysisk aktivitet for å kunne motvirke utviklingen av disse helserelaterte sykdommene. Videre kan tiltakene være med å styrke kunnskapen rundt aktivitet, helse og forhindre videre utviklingen av aldersrelaterte sykdommer. Med alderdom kommer den naturlige prosessen av muskeltap, som også kan kalles atrofi. (26) Dette kan gjøre det krevende for de eldre å være aktive. Derfor virker det relevant å se på styrketrening som et tiltak. Resurser kan bli brukt på veiledere i oppstartsfasen og transport til eventuelle treningssenter, eller andre helserelaterte tjenester. Det er mulig at dette kan gi langsiktige og ikke minst bærekraftige endringer i samfunnet. Styrketrening viser seg nemlig å opprettholde bevegeligheten hos de eldre. (2) styrketrening er også bevist å kunne motvirke atrofi ved regelmessige muskelkontraksjoner som i et treningsprogram. Gjerne med eksterne motstand og ulike intensitetsnivå. (3) Hovedfokuset burde være å utbedre livskvaliteten for de eldre på en positiv ressursfri måte, men på et nivå som er med å motvirke aldersrelaterte utviklingen av muskeltap. Det er også viktig for de eldre å få en dypere forståelse for hvorfor akkurat styrketrening kan være et relevant verktøy. Sarkopeni kan defineres som tap av muskelmasse og muskelfunksjon, det er et aldersrelatert og ufrivillig tap av både styrke og skjelettmuskulatur. (4) Muskelsvinn kan allerede begynne i 25 årsalderen, men muskeltap er i størst grad påtagende etter fylte 65 år. Muskeltap(atrofi) fører til redusert muskelstyrke, som igjen bidrar til å redusere funksjonsnivå. På befolkningsnivå reduseres

muskelstyrke med et gjennomsnitt på 30%, fra 20 årene og frem til 80 årene. (8) Sarkopeni kommer naturlig med aldringsprosessen og bidrar til uforholdsmessig atrofi av type II muskelfibre. Det er også funnet tegn på aldersrelatert reduksjon i syntese hastigheten blant myosin- tungkjede proteiner, det viktigste anabole proteinet kroppen har. (9) Det er derfor styrketrening virker å fremtre effektivt. Økt styrke ved regelmessige muskelkontraksjoner er noe som kan bidra til muskelhypertrofi, som igjen motvirker atrofi prosessen. (3) Vikberg SS, et al. (13), KE Yarasheski, et al. (14), E Aartolahti, et al. (7), Hélio José Coelho-Júnior, et al. (15), er alle studier med forskning på dette området. Studiene tar for seg en form for styrketrening som motarbeider utviklingen av sarkopeni. I de ulike studiene er målet å forbedre subjektene som alle er eldre og i den naturlige aldringsprosessen.

Inaktivitet er hovedårsaken til muskelatrofi, men aldring bidrar til en hyppigere prosess. Det er en grov forklaring av de fysiologiske og morfologiske (struktur, oppbygningen og form av vev) (27) endringene som oppstår med aldring. Videre er dette årsaken til atrofi hos type II muskelfibre, som forårsaker nedgangen av muskelstyrke og masse. (4) Utviklingen av sarkopeni kan medføre alvorlige konsekvenser og er som regel knyttet til økt insulinresistens, fall, tretthet og i verste fall død. (4) Det er interessant å se på hva styrketrening kan bidra med for å redusere sarkopeni, da det i mange tilfeller viser seg å ha en reverserende effekt ved mange sykdomstilfeller, spesielt knyttet til alderdom. (6) Vi undersøker hvor omfattende treningen bør være (i form av hyppighet og intensitet), for å oppnå en forebyggende effekt av sarkopeni. Videre ses det på evidens innen relevante studier, som kan påvise at gjenoppbyggingen av tapt muskulatur, kan gå raskere om subjektene har i tidligere alder vært aktive. Resultater fra nyere forskning tyder på at det finnes et form for minne i skjelettmuskulaturen, definert som "*Skelettmuskulaturens evne til å reagere annerledes på miljøstimuli på en adaptiv eller maladaptiv måte hvis stimuliene tidligere har vært oppstått.*" (10) Muskelhypertrofi oppstår etter vi har brutt ned og bygger opp muskulaturen ved hjelp av motstandstrening. Muskelen blir så sterkere enn den tidligere var når den bygges opp igjen av proteinsyntesen. (11) Denne prosessen gir også en økning i antall myonukleier ifølge studie gjort av Hojun Lee, et al. (10) Studien undersøker effekten av trening i forbehandling på mitokondriell remodeling induisert av motstandstrening. Det kan tyde på at de med tidligere treningshistorikk, potensielt kan innhente ønskede resultater raskere. Dette kan være en motiverende faktor for oppstart av fysisk aktivitet, selv i eldre alder. Det undersøker vi nærmere ved å se på studier som omfatter myonukleære forhold rundt type II muskelfibre. Det vil være en positiv retning for samfunnet om flere eldre ble aktive, og det med hjelp av styrketrening. Vi ser derfor på om tidligere treningshistorikk er assosiert med hyppigere resultater ved oppstart av styrketrening i eldre alder, og hvilke tiltak som kan forebygge sarkopeni ved styrketrening.

## 2.0 Metode:

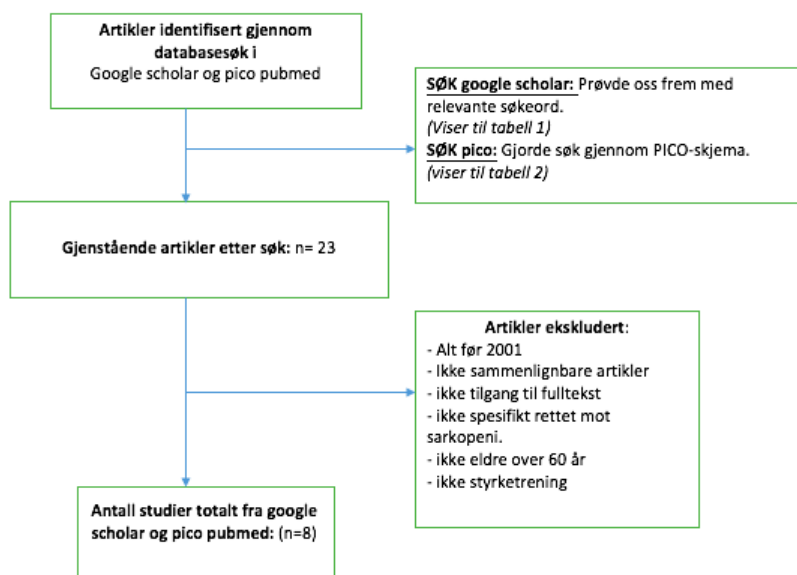
Denne oppgaven er en litteraturstudie. I søk etter artikler i vitenskapelige tidsskrift med fagfelle vurderinger ble det funnet 8 forskningsartikler som videre bidrar til å svare på problemstillingen vår. I denne rapporten blir det brukt både ustrukturerte og strukturerte søk. Dette var nødvendig for å finne relevante artikler som var innenfor vår problemstilling. Det ble brukt relevante søkeord i to ulike søkeprosesser, som vi har vist i tabell 1 og 2.

<b>Google Scholar søk</b>	aging, exercise, satellite cell	musclestrength training on older adults	effects of resistance training on functional strength
<b>Ekkludert</b>	ingen	før 2019	før 2019
<b>Antall treff</b>	34200	12200	1
<b>Relevante treff</b>	10	3	1
<b>Forfatter</b>	Lex B. Et al	Eeva A. Et al	Sanna V. Et al
<b>Årstall</b>	2009	2019	2019

<b>P</b>	protein synthesis rate	sarcopenia	age	older adults
<b>I</b>	resistance training	resistance training	hypertrophy	resistance training
<b>C</b>	frail elderly		satellite cell	detraining
<b>O</b>	effects			
<b>Antall treff</b>	3	509	76	51
<b>Relevante treff</b>	3	10	7	3
<b>Pubmed-ID</b>	11156963	30862526	18436694	12955872
<b>Årstall</b>	2001	2019	2008	2003

*Tabell 1.*



*Figur 1.*

## Resultat:

<u>Refereanser:</u>	<u>Utvalg:</u>	<u>Intervensjon:</u>	<u>Resultat:</u>	<u>Anbefalinger:</u>
Eeva Aartolahti, et al. 2019 (7)	Alle n=182 Menn n=52 Kvinner n=130 75-98år	Trening: 1 gang i uken i 2-3 år. Oppvarming: 15 min balanse øvelse. Økt: 60 min progresiv motstandstrening Test: Etter en 1RM test fikk de tilpasset treningen Reps og sett 8-12 repetisjoner 2-3 sett	Blant kvinner ble både kneekstensjon (P < .003) og fleksjon (P < .001) forbedret over 2 år med intervensjonen, sammenlignet med starten. Blant menn endret ikke styrken seg.	Eldre vokse med ulik helse og funksjonsevne kan med overvåket, tilpasset styrke og balanse opplæring en gang i uken over 2-3 år, bidra til å forhindre aldersrelatert nedgang i muskelmasse og muskelstyrke. Bare med en treningsøkt i uka vises å gi forebyggende tegn. Opplæring kan være relevant ettersom at subjektene hadde et tilbud om dette en gang i uken.
Fredrik C. H. et al. 2000 (28)	18 utrente menn, 60-75 år TG: n= 9 Con: n= 9	16 ukers høy-intensitets motstandstrening (85-90% 1RM), med 2 økter i uken. Øvelsene: LE, LP og HS, 3 set x 6-8 rep	LE: +50,4% LP: +72,3% HS: +83,5%	Høy intensitets motstandstrening kan praktiseres av nokså sunne aldrende menn. Og kan være den mest effektive metoden, til å gi signifikant effekt på styrkeutvikling, på kun 16 uker.
Hélio José Coelho-Júnior, et al 2019 (15)	Alle=42 Kvinner n=42 60-79år	Trening: 2 ganger i uken i 6 uker. Totalt 12 økter. Benpress og plantarfleksjon. 30-40-50-60% av maks. Oppvarming: 5 min. Gå vanling hastighet med 1% stigning. Økt: Ca 45 min. Med hvile mellom øktene på minst 48t. Test: 1RM Reps og sett: 3-4 sett med 8-15rep	Differanse 1RM underkstremitet, over 6 uker med motstandstrening: FØR: 49.2±19.0 kg ETTER: 62.4±23.2 kg (P < .04) SPPB score økte med 48% (P < .05)	Treningsprogram med kun 6 uker med muskelkraft og gangbasert HIIT-opplæring er et effektivt inngrep for å indusere gevinster i fysisk ytelse og omvendt svikt hos eldre pasienter, uavhengig av begynnelsen på svakhet. Med lengre aktivitetsperioder vil man høyst sannsynlig få bedre resultater, enn med bare 6 uker.
Smith K, et al. 2003 (18)	15 kvinner, 15 menn, 65-81 år. Tre grupper på 10: Tr: har frivillig fortsatt i 3 år. n=10 Detr: har opphørt 3 års tilbud. n=10 Con: kontrollgruppe involvert i kun testing. n=10	TG og Detr har deltatt i overvåket progressivt styrketreningsprogram 2 dager i uken, i 2 år: 2-3 set x 8-10 rep på overkropp-øvelser. 10-12 rep underkropp. 80% 1RM. TG fortsatte med 3 år trening, 2 dager i uken, men lavere intensitet 60-70% 1RM belastning, + aerobic øvelser, sykling, gåing, bevegelighet. Varighet på treningen økte fra 1-1,5 time.	Relativ forandring fra baseline: Arm curl, 2 år: TG 115%, Detr 80%, Con -2%. 5 år: TG 80%, Detr 20%, Con -20%. Leg press, 2 år: TG 28%, Detr 32%, Con -2%. 5 år: TG 15%, Detr 12%, Con -10%. Benkpress, 2 år: TG 58%, Detr 56%, Con 8%. 5 år: TG 30%, Detr 10%, Con -5%.	Studie viser at reduksjon fra 80% 1RM belastning til 60-70%, etter 80%-periode på 2 år, ikke er fordelaktig i eldre alder, dersom målet er vedlikehold, da det i studiet førte til styrkereduksjon.

John K. Petrella J-sK, et al. 2008 (16)	66 kvinner og menn inndelt i to aldersgrupper: 60-75 år og 20-35 år	Styrketreningsprogram med fokus på underekstremitet, 3 økter i uken i 16 uker. Belastning 80% av 1RM, videreutviklet for opprettholdelse. 3x8-12 rep, per øvelse.	Resultater ble delt inn i responsklynger uavhengig av alder og kjønn: non-, mod- og xtr-responent. Etter gjennomført program hadde xtr-klyngen over dobbelt så mange satellittceller enn Mod- (P < .001) og nesten tre ganger mer enn non- (P < .001).	Styrketreningsprogram i 16 uker kan bidra til hypertrofi blant type II muskelfibre, og bidrar til økt innhold av satellittceller. Studiets funn foreslår at tilgjengeligheten av satellittceller før oppstart av styrketrening, er en avgjørende faktor, i forhold til graden av hypertrofi som kan oppnås.
Lex B. Verdijk, et al. 2009 (12)	13 menn (72 ± 2 år)	overvåket motstands treningsprogram 3 ganger i uken, i en periode på 12 uker. Trening: 5 min oppvarming, 4 sett på både LP- og LE-maskiner, 5 min nedvarming. Belastning økte progressivt i tidsperioden fra 60% av 1RM (10-15 rep per sett), til 75-80% (8 rep per sett)	Bein Styrke 1RM økte totalt 25-30% (p < .001) LLM økte med 6-9% (p < .01) Type II muskelfibre-SC innhold økte fra 0.048 ± 0.003 til 0.084 ± 0.008 SC per fiber (P < .001). Ingen endringer observert blant type I muskelfibre	Studie viser at type II muskelfiberstørrelse og SC-innhold, i underekstremiteten, kan forbedres ved bruk av 12 ukers motstands-treningsprogram, hos eldre friske menn.
Sanna Vikberg, et al. 2019 (13)	n=72 (38 kvinner, 34 menn) 70 år	10 ukers oppfulgt fysisk trening med valgfritt kosttilskudd, og en kontrollgruppe	LBM økte hos treningsgruppen med gjennomsnitt på 1147 ± 282 g (P < .001) BF reduserte 553 ± 225 g (P = .003)	Et enkelt treningsopplegg i uken kan være med å opprettholde normale muskelfunksjoner, bygge muskelmasse og redusere BF. Derfor anbefales en gradvis økning av treningsbelastning og motivering rettet mot deltakere til å utøve treningen med høy intensitet, ser ut til å ha sentral betydning.
Kevin E. Yarasheski, et al. 2001 (14)	n=17 (12 kvinner, 5 menn) 76-92 år	Overvåket styrketrening i 3 mnd, 3 økter i uken, 60-100% av 1RM	LBM økte hos kvinner (1.0 ± 0.6 kg) og menn (2.2 ± 0.2 kg) P < .05 1RM blant øvelsene beinpress, kneekstensjon, knefleksjon og sittende roing, økte blant kvinnene i TG med: 35 ± 7, 39 ± 4, 16 ± 7, og 12 ± 4%. Blant mennene i TG med: 27 ± 4, 42 ± 24, 6 ± 6, og 18 ± 4%	14 uker med vektløfting økte syntetisk hastighet av myosin tungkjede (MHC) og blandede muskelproteiner til en tilsvarende størrelse i svake, middelaldrende, unge kvinner og menn. Oppfølging av styrketrening ga også betydelig større effekt blant styrkeøkning og LBM, enn hva hjemmetrening-bevegelighetsøvelser gir.

Forkortelser i tabellen:

1RM- 1 repetition maximum

BF- body fat

Con- control

Detr- detraining

HS- half squat

HIIT- high intensity interval training

LBM- lean body mass

LLM- leg lean mass

LE- leg-extension

LP- legpress

Mod- moderate

SPPB- short physical performance battery

Non- none

TG- training group

Xtr- extreme



## **Diskusjon:**

Vi ønsker å se på om tidligere treningshistorikk er assosiert med hyppigere resultater ved oppstart av styrketrening i eldre alder, og hvilke tiltak som kan bidra til reduksjon av sarkopeni ved styrketrening.

4 av de 8 studiene som fremstilles i resultat, kom frem til at en form for styrketrening/motstandstrening er effektivt for å forebygge sarkopeni. For subjekter i en alder av 80-100 år kan dette være å reise seg fra en stol. For andre kan det være styrketrening med vekter eller andre motstands objekter, alt ettersom hvor godt utgangspunkt de har.

Betydelige funn i denne litteraturstudien viser at oppstart av styrketrening i eldre alder, kan bidra til økning av ren kroppsmasse, samt kroppsfett reduksjon Vikberg et al. (13). I tillegg til 1RM økning, muskelfiber størrelse og økt tilgjengelighet blant satellittceller Lex B, et al. (12) Med slike funn kan vi sterkt vurdere om fysisk aktivitet i form av styrketrening, er for eldre et verktøy som kan være med å forebygge utviklingen av aldersrelaterte sykdommer. Selv om atrofi utvikler seg gradvis jo eldre subjektene blir, så er det store muligheter for at vi kan både vedlikeholde, øke muskelmasse og styrke hos eldre ved hjelp av motstandstrening. Funn i John K. et al. (16) tyder på at subjektene som responderte i større grad på styrketrening, hadde større tilgjengelighet blant myonukleære areal. Noe som potensielt gir bedre forutsetninger for videreutvikling av aktivitet, noe vi forbinder med muskelminne. Selv med subjektene som hadde redusert antall satellittceller ved oppstart, så viser flere av studiene at det vil være høyst relevant for eldre å drive med styrketrening, uavhengig av tilgjengeligheten rundt myonukleier ved oppstart.

Problemstillingen vår spør om “tidligere treningshistorikk er assosiert med oppstart av styrketrening, og hvilke tiltak som kan bidra til reduksjon av sarkopeni ved styrketrening”, det er ingen studier med i denne rapporten, som tar for seg begge temaene i problemstillingen, i et og samme studie. Tidligere treningshistorikk bør ha vært målt i en longitudinell studie, noe vi anser som problematisk og uetisk, da det vil kreve veldig mange år med oppfølging. I tillegg vil det være vanskelig å samle en populasjon som har lignende mengde treningshistorikk fra tidligere alder, som kan vurderes mot oppstartsfasen i eldre alder. Derfor valgte vi å studere resultater og funn blant de ulike studiene, omhandlende muskelfiber type II og myonukleier, for å se om dataene kan hjelpe oss å vurdere om hypotesen kan støttes. Uavhengig av tidligere aktivitet, så ønsket vi å skape en klarhet rundt hvordan generell aktivitet kan bidra med helsefremmende effekter og begrense utviklingen av sarkopeni, selv for de som har vært mindre fysisk aktive.

Studiene er publisert i vitenskapelige tidsskrift med fagfelle vurderinger. Alle 8 studiene er relevant for forebyggende tiltak mot sarkopeni, men 2/8 tar for seg i større grad satellittcelle-innhold, mens 1/8 har data som gir sammenlignbare resultater omhandlende intensitetsnivå. Flere av studiene har resultater som tilsier at intensitetsnivå rundt 80% 1RM, gir betydelig forebyggende effekt mot aldersrelatert tap av muskelmasse. (12)

Flere av studiene er helt ulike i form av antall deltakere, fordeling mellom kvinner og menn, hva som blir opplyst og ulike utfall. Det er derfor viktig å stille seg kritisk til litteraturen og vurdere styrker og svakheter rundt funnene som er gjort. Selv om studiene har flere ulike oppbygninger og fremgangsmåter, kan vi likevel konkludere med at alle studiene som blir brukt, har en forebyggende effekt på sarkopeni. Dette gjør det mulig å stille seg sterkere bak evidensen som blir lagt frem i studiet, om at sarkopeni, uavhengig av ulik oppbygning, kan motarbeides.

Funn i Vikberg, et al. (13) viser at bare et enkelt brukervennlig 45-minutters treningsprogram gjennomført 3 ganger i uken i en periode på 10 uker, kan utgjøre en betydelig forskjell. Subjektene økte fettfri masse fra  $40.8 \pm 7.60$  til  $41.9 \pm 7.94$  kg. Det var også tydelige forskjeller blant syntetiske hastigheter i muskelprotein mellom 20-32 åringer og 62-92 åringer. 14 uker med styrketrening for de eldre svake, utgjorde en signifikant forskjell i den syntetiske hastigheten av myosin tungkjeden og blandede muskelproteiner. (13) Funn fra Kevin E.Y. et al. (14) viser at skjelettmuskulaturen tilpasser seg ved hjelp av motstand øvelser, selv for eldre over 90. Ved hjelp av motstandstrening øker muskelproteinsyntesen, som igjen er med på å redusere aldersrelaterte lidelser, deriblant sarkopeni. Oppfølgingen av styrketreningen ga også større effekt enn hva hjemmetrenings-opplegget gjorde. De konkluderte med: *“Dette antyder at protein syntesen tilpasser seg raskt til økt kontraktil aktivitet og at de adaptive responsene opprettholdes selv i svake eldre”* (14)

6 uker muskelkraft og HIIT opplæring viser også å være meget effektivt mot muskeltap hos eldre pasienter, uavhengig av ulike styrke nivåer blant subjektene ved oppstart av programmet. Det ble vurdert av Helio J.C-Jr. et al. (15) I tillegg ble det vurdert at lengre treningsperioder kan potensielt gi bedre effekt og vil være mer essensielt for motvirkningen av sarkopeni over tid. (15) Lignende funn kan vi se i Eeva A. et al. (7) Hvor 182 eldre voksne, med ulik alder, helse og funksjonsevne, ble fulgt opp over to år. Studien viste forebyggende tegn, med bare en styrkeøkt i uka. (7) Disse fire studiene fremstiller tilsammen sterk nok evidens til å anta at motstandstrening motvirker utviklingen av sarkopeni. Det er også høyst aktuelt å nevne at aktiviteten kan medbringe bedre livskvalitet og mindre sjanse for brudd, fall og tidlig død.

Studie fra John K. et al. (16) og Lex B. et al. (12), har begge resultater som viser til at styrketreningsprogram gjennomført tre ganger i uken, over tid (16, 12 uker), potensielt bidrar til hypertrofi blant type II muskelfibre, samt økt innhold av satellittceller og utvidelse av satellittcellebredder. Begge studier fokuserer på å nå 80% av 1RM belastning i treningen.

Ulike klynger (sortert i klyngeanalyse), i studiet fra John K. et al. (16), skiller på respondentnivå blant deltakerne, og analysen studerer blant annet forskjeller blant klyngene ved baseline. Det gir meget relevante observasjoner, som gjør det mulig å studere myonukleære areal før oppstart av treningen. Gjennomsnittlig muskelfiberstørrelse var tilsvarende blant klyngene ved oppstart, Xtr-klyngen hadde derimot større satellittcelle populasjon ( $P < .01$ ), i forskjell fra de to andre klyngene. I og med at Xtr-klyngen er en samling av subjekter med sterkere responsive, og intervensjon resulterte med (117%;  $P < 0.001$ ) videre utvidelse av satellittceller, er dette funn som sterkt foreslår at graden av hypertrofi som

er mulig å oppnå, er forutbestemt av satellittceller tilgjengelig før treningsoppstart. 26% av subjektene i studiet hadde fullstendig mangel på hypertrofi, forskerne assosierer dette med null breddeekspandering, samt ingen observerbar satellittcelle aktivering. Grunnlaget bak resultatet mistenkes av forskerne å skyldes feil eller nedsatt følsomhet, rundt mekanismer som initierer proteinsyntesen og satellittcelle aktivering. Likevel anses muligheten for at lengre treningsperioder kan bidra til observerbar utvikling av myonukleære areal, blant nevnte subjekter, som igjen er sterkt assosiert med hypertrofi. (16) Lignende litteratur kan sees i Lex B. et al. (12), med fokus på muskelfibre i underekstremiteten. Her var det ingen yngre kontrollgruppe å sammenligne med, men type II muskelfibre ble sammenlignet med type I muskelfibre, ved oppstart. Det var signifikant forskjell mellom type I og II- muskelfibres satellittcelle-innhold. Satellittcelle-innhold før intervensjon var blant Type I 52% og type II 48%. Etter intervensjon var verdiene hos type I 46% og type II 54%. Dette er funn som foreslår at type II muskelfibre blir rammet mest (sammenlignet med type I fibre), av aldersrelatert tap av muskelmasse, samt at 3 måneders styrketrening kan bidra til å reversere prosessen. (12)

De subjektene med sterkeste respons på styrketreningen, skilte seg ut ved å ha større satellittcellebredder samt antall satellittceller i forhold til totale kjerne, før oppstart av treningen. I og med at myonukleært volum er assosiert med god respons på gjenoppstart av styrketrening, er dette funn som tydeliggjør at større satellittcellebredder og økt antall satellittceller, bidrar til økte forutsetninger i forhold til hypertrofi. (17)

Funn i Smith K. et al. (18) viser forskjeller på 1RM blant treningsgruppen fra 2 år med 80% trening, til 5 år hvor siste 3 år var 60-70%. Der kan vi se at muskelstyrke blant øvelsene beinpress (2 år: 28%, 5 år: 15%) og benkpress (2 år: 58%, 5 år: 30%), nesten halverte seg. En annen interessant observasjon er at relativ styrkereduksjon, ikke er signifikant forskjellig sammenlignet med kontrollgruppen ( $P > .05$ ). Dette kan tyde på at nedgang fra 80% til 60-70% belastning, ikke er fordelaktig i denne aldersgruppen for vedlikehold av muskelstyrke, eller motvirkning av den aldrings-relaterte atrofien som skjer. Samtidig kan mye av reduksjonen i muskelstyrke de siste 3 årene, være et resultat av aldringsprosessen i seg selv. Kontrollgruppen har en naturlig nedgang hele veien (leg press 2 år: -2%, 5 år: -10%). Mens nedtrening-gruppen har en kraftig nedgang fra 2 år til 5 år, (leg press 2 år: 32%, 5 år: 12%), (benkpress 2 år: 56%, 5 år: 10%). En naturlig respons da gruppen ikke var involvert i treningen siste 3 år. Resultatene tydeliggjør likevel at 2 års treningsopplegg bidrar til økt styrke 5 år senere, selv om siste 3 år ikke var aktiv. Ved å sammenligne nedtrening- med kontrollgruppen får vi tydelige eksempler på at styrken er høyere blant nedtrening-gruppen. Ved å sammenligne Treningsgruppen med nedtrening-gruppen etter 5 år, kan vi se at øvelsen beinpress ikke utgjorde store forskjeller, TG: 28-15%, Detr: 32-12%. Bakgrunn for reduksjon kan være individuelle faktorer, økende atrofi, og eventuelt nedgang fra 80% til 60-70% belastning, hos treningsgruppen. (18) Da relativ styrkereduksjon ikke er signifikant forskjellig mellom treningsgruppen og kontrollgruppen, tyder mye på at 60-70% styrketrening ikke er fordelaktig for vedlikehold eller økning av av

muskelstyrke (1RM) hos eldre i alderen 65-81 år. (18) Ikke overraskende, da det finnes rikelig med forskning knyttet til at høy-intensitets motstandstrening er det mest effektive, til fordel for økt styrke hos type II muskelfibre. Selv for eldre (60-75 år) nybegynnere viser Fredrick C. H, et al. (27), hvor deltakende har gjennomført 16 ukers underekstremitetsstyrketrening (85-95% 1RM), noe som ga kraftig økning i beinstyrke, deriblant 72,3% økning av 1RM i øvelsen beinpress. Det forsterker hypotesen rundt at 80%+ belastning bør benyttes, selv for eldre (60-90 år), hvis målet er vedlikehold eller utvikling av særlig type II muskelfibre. Med det kan vi anslå at 80%+ belastning, bør oppnås for høyst effektiv forebygging av sarkopeni.

## **Konklusjon:**

Vi forbinder muskelminne med tilgjengelighet av satellittceller rundt type II fibre. Det antas at de med større tilgjengelighet av satellittceller ved oppstart av styrketrening i eldre alder kan bidra til hyppigere progresjon. Samtlige studier vi har tatt for oss viser at styrketrening har en positiv effekt på forebyggingen av sarkopeni. Sarkopeni ser ut til å kunne forebygges med god effekt ved hjelp av styrketrening rettet mot hypertrofi. Tiltakene trenger heller ikke nødvendigvis å være veldig omfattende, da kroppens funksjonelle evner ser ut til å være høyst tilpasningsdyktig. Spesielt i forhold til nye muskelfiber aktiveringer og bevegelsesbaner som oppstår ved styrketrening. Den totale evidensen viser sterke trekk mot at styrketrenings-tiltak bidrar til økt funksjonsnivå for eldre, og er med på å forebygge sarkopeni.

## **Litteraturliste:**

1. storbyuniversitetet i Oslo. 2018. Tilgjengelig fra: <https://forskning.no/partnersykepleie-oslomet/slik-bor-vi-mote-eldrebolgen/1200896>
2. Frontera WR MC, O`Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. 1988. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3366726>
3. JD. G. Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways. 2005. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1357272505001317>
4. Walston JD. Sarcopenia in older adults. 2014. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4066461/>
5. Walston JD. sarcopenia in older adults 2012. Tilgjengelig fra: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=22955023>
6. Yoshiko AK, T. Sugiyama, H. Koike, T. Oshida, Y. Akima, H. Effect of 12-month resistance and endurance training on quality, quantity, and function of skeletal muscle in older adults requiring long-term care 2017 Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531556517303169?via%3Dihub>
7. Aartolahti E. Long-term strength and balance training in prevention of decline in muscle strength and mobility in older adults. 2019. Tilgjengelig fra: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40520-019-01155-0>
8. Johannessen T. Muskelsvinn hos eldre, sarkopeni. NHI. 2017. Tilgjengelig fra: <https://nhi.no/sykdommer/eldre/ulike-sykdommer/muskelsvinn-hos-eldre-sarkopeni/?page=2>
9. John E. Morley RNB, Ronenn Roubenoff, Jean Mayer. Sarcopenia. 2000. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022214301801104>
10. Seaborne APSCESRA. Does skeletal muscle have an ‘epi’-memory? The role of epigenetics in nutritional programming, metabolic disease, aging and exercise 2016 Tilgjengelig fra: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/accel.12486>.
11. Tipton KD WR. Exercise, protein metabolism, and muscle growth. 2001. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11255140>
12. Lex B. Verdijk BGG, Richard A. M. Jonkers, Kenneth Meijer, Hans H. C. M. Savelberg, Paul Dendale, Luc J. C. van Loon Skeletal Muscle Hypertrophy Following Resistance Training Is Accompanied by a Fiber Type–Specific Increase in Satellite Cell Content in Elderly Men. 2009. Tilgjengelig fra: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/64A/3/332/614202>

13. Vikberg SS, N. Brandén, L. Johansson, J. Nordström, A. Hult, A. Nordström, P. Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial 2019 Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1525861018305024>.
14. Kevin E. Yarashski, Schulte JN. Effects of resistance training on the rate of muscle protein synthesis in frail elderly people. 2001. Tilgjengelig fra: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=Retrieve&list\\_uids=11915909&opt=abstractplus](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=Retrieve&list_uids=11915909&opt=abstractplus)
15. Hélio José Coelho-Júnior IdOG, Ricardo Aurélio, Carvalho Sampaio, Priscila, et al. . Periodized and non-periodized resistance training programs on body composition and physical function of older women. 2019. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531556519300191>
16. John K. Petrella J-sK, David L. Mayhew, James M. Cross, and Marcos M. Bamman. Potent myofiber hypertrophy during resistance training in humans is associated with satellite cell-mediated myonuclear addition: a cluster analysis. Journal of Applied Physiology. 2008;104(6). Tilgjengelig fra: <https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.01215.2007>
17. Hojun Lee KK, Boa Kim, Juchul Shin, et al. . A cellular mechanism of muscle memory facilitates mitochondrial remodelling following resistance training. 2018. Tilgjengelig fra: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1113/JP275308>
18. Kelly M smith KJw, Audrey Hicks, Neil McCartney. Two Years of Resistance Training in Older Men and Women: The Effects of Three Years of Detraining on the Retention of Dynamic Strength. 2003. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/publication/10582363\\_Two\\_Years\\_of\\_Resistance\\_Training\\_in\\_Older\\_Men\\_and\\_Women\\_The\\_Effects\\_of\\_Three\\_Years\\_of\\_Detraining\\_on\\_the\\_Retention\\_of\\_Dynamic\\_Strength](https://www.researchgate.net/publication/10582363_Two_Years_of_Resistance_Training_in_Older_Men_and_Women_The_Effects_of_Three_Years_of_Detraining_on_the_Retention_of_Dynamic_Strength)
19. Statistisk sentralbyrå. Befolkning. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/befolkning/faktaside/befolkningen>
20. UN-data. Befolkning over 60 år Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Statistikk/Befolkning-over-60-aar>
21. FN-sambandet. Befolkning, migrasjon og urbanisering. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Tema/Fattigdom/Befolkning>
22. Statistisk sentralbyrå. Helseregnskap. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/helsesat>
23. Dødsårsaksregisteret. statistikkbank. Tilgjengelig fra: <http://statistikkbank.fhi.no/dar/>

24. helsenorge.no. hjerte og kar. Tilgjengelig fra: <https://helsenorge.no/sykdom/hjerte-og-kar>
25. Helsedirektoratet. Fysisk aktivitet. Tilgjengelig fra: <https://www.helsedirektoratet.no/tema/fysisk-aktivitet>
26. Store Norske Leksikon. Atrofi. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/atrofi>
27. Leksikon SN. Morfologi. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/morfologi>
28. Fredrick C. Hagerman SJW, Rober S. Staron, Robert S. Hikida, Roger M. Gilders, et al. . Effects of High-Intensity Resistance Training on Untrained Older Men. I. Strength, Cardiovascular, and Metabolic Responses. The Journals of Gerontology: Series A. 2000;Volume 55(Issue 7):Pages B336–B46. Tilgjengelig fra: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/55/7/B336/2948070>