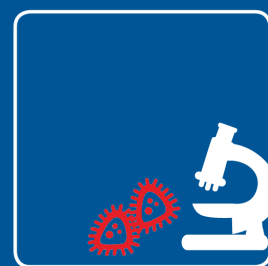


Mette Hansen:

Optimal måltidsdosis af protein under vægttab

Optimal meal dose of protein during weight loss



Slutrapport
for samarbejdsprojekter under Mejeribrugets ForskningsFond (MFF)

1. Projektets titel

Dansk: *Optimal måltidsdosis af protein under vægttab*

English: *Optimal meal dose of protein during weight loss*

2. Projektleder

Lektor Mette Hansen

Aarhus Universitet, Institut for Folkesundhed, Sektion for Idræt

Mobil: +45 51666551

Mail: mhan@ph.au.dk

3. Øvrige medarbejdere

- Mads Sørensen Larsen. Erhvervs PhD, Nu ansat hos Arla Foods Ingredients P/S.
- Professor Lars Holm. Forskningsleder Novonesis & Affiliate Professor, NEXS, Københavns Universitet.
- Professor Kevin Tipton. Durham University, UK. (Død)
- Post doc Oliver Witard. King's College London, UK
- Paula Scaife, University of Nottingham, Derby, UK
- Kandidat Rikke Hansen, specialestuderende under projektet, Aalborg Universitet
- Kenneth Smith, University of Nottingham, Derby, UK
- Maike Mose, læge, Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitet
- Mads B. Bengtsen, Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitet
- Katrine M. Lauritsen, Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitet
- Ulla R. Mikkelsen, Arla Food Ingredients P/S.

4. Finansieringskilder

Mælkeafgiftsfonden

Arla Foods Ingredients Group P/S,

Innovation Fund Denmark

5. Projektperiode

Projektperiode med MFF-finansiering: [1. Jan 2018 – 31. dec 2019]

6. Projektresume

Dansk:

Projektformålet var at måle opbygningen af muskelproteiner efter indtag af 15, 35 eller 60 g valleprotein efter 5 dages energirestriktion (pulverkur) hos kvinder efter overgangsalderen.

Resultaterne viste, at 35 g, men ikke 15 g valleprotein var tilstrækkeligt til at maksimere opbygningen af muskelprotein både i hvilende muskler og muskler, der havde udført et styrketræningspas. Indtag af 60 g protein øgede ikke opbygningen af muskelproteiner mere end 35 g.

Resultaterne understøtter vigtigheden af at prioritere proteinrige fødevarer i måltiderne under vægttab med henblik på at bevare muskelmassen.

English:

The aim of the project was to measure the synthesis of muscle proteins after intake of 15, 35, or 60 g of whey protein following five days of energy restriction (a diet using meal replacement powder) in postmenopausal women.

The results showed that 35 g, but not 15 g of whey protein, was sufficient to maximize muscle protein synthesis in both resting muscles and muscles that had performed a strength training session. The intake of 60 g of protein did not increase muscle protein synthesis beyond that of 35 g.

The results emphasize the importance of prioritizing protein-rich foods in meals during weight loss to preserve muscle mass.

7. Projektets formål

Dansk: Formålet med dette projekt er at bestemme den optimale proteindosis (baseret på høj-kvalitets mælkeprotein) per måltid i relation til at øge muskelproteinopbygningen maksimalt og derved modvirke muskeltab under vægttab.

English: The aim of this project is to determine the optimal protein dose (based on high-quality milk protein) per meal in relation to maximizing muscle protein synthesis and thereby counteracting muscle loss during weight loss.

8. Projektets baggrund

Vigtigheden af muskelbevarelse, specielt under og efter overgangsalderen

Bevarelse af muskelmassen er særligt vigtigt for kvinder efter overgangsalderen, da der i denne fase sker et accelereret fald i muskelstyrke og -funktion, som forbindes med det markante fald i østrogenniveauerne. Dette kan fremskynde muskeltab og nedsætte evnen til at opretholde daglige funktioner. Konsekvenserne inkluderer en øget risiko for fald, knoglebrud og tab af funktionsevne, hvilket påvirker livskvaliteten negativt. Muskelmassen spiller også en central rolle i stofskiftet og blodglukosereguleringen, og et tab af muskelmasse kan øge risikoen for metaboliske sygdomme som type 2-diabetes. Derudover er muskler afgørende for at opretholde fysisk uafhængighed og mobilitet i alderdommen. Derfor kan målrettede strategier, såsom øget proteinindtag og styrketræning, være særligt vigtige for kvinder i overgangsalderen for at modvirke muskeltab og bevare et sundt og aktivt liv.

Øget fedtmasse og sundhedsrisici

Ud over muskeltab oplever mange kvinder i overgangsalderen en vægtstigning og en øget akkumulering af fedt omkring organerne. Denne ændring i fedtfordelingen er forbundet med en øget risiko for hjertekarsygdomme. Sammen med vægtstigningen kan disse sundhedsrisici motivere mange kvinder til at gå på slankekur. Det er dog vigtigt at tage højde for muskelbevarelse under vægttab for at sikre et optimalt helbred og reducere risikoen for yderligere helbredsproblemer.

Risiko for muskeltab ved vægttab

Ved diæt- eller medicinsk induceret vægttab er der en betydelig risiko for tab af muskelmasse, især hvis der ikke suppleres med fysisk træning. Op til 25-30% af det samlede vægttab kan skyldes muskeltab. Kalorierestriktion reducerer opbygningshastigheden af muskelproteiner, hvilket skubber balancen mellem opbygning og nedbrydning af muskelproteiner i negativ retning. Styrketræning er særligt effektivt til at modvirke denne effekt, da det stimulerer muskelproteinsyntesen og fremmer opbygningen af muskelmasse, specielt under vægttab. Efter overgangsalderen synes

kvinder dog at skulle styrketræne mere for at få samme træningsgevinst sammenlignet med før overgangsalderen.

Protein i slankediæten

Der er stærke argumenter for at udvikle og vælge kostinterventioner, der minimerer muskel- og knogletab under energirestriktion, især for kvinder under og efter overgangsalderen. Proteinrige slankediæter (>1 g protein per kg kropsmasse; > 25% af det totale energiindtag fra protein) har vist sig at mindske risikoen for tab af fedtfri masse, herunder muskelmasse, samt øge chancen for tab af fedtmasse. Det er i overensstemmelse med tidligere data, der finder en stimulerende effekt af proteinindtag på opbygningen af muskelproteiner både i vægtstabile personer og i personer under energirestriktion. Der mangler dog data på den optimale måltiddosis for at stimulere muskelproteinopbygningen under energirestriktion i kvinder i årene omkring overgangsalderen, hvor muskler og knogle i forvejen er i farezonen, og hvor kombinationen af slankediæt og hormonelle forandringer kan blive en farlig cocktail for knogler og muskler.

Hvad kan det bruges til?

Fundene indikerer, at kvinder, som efter overgangsalderen ønsker at minimere muskeltab under et vægttab, skal være opmærksom på at indtag tilstrækkeligt protein til måltiderne, dvs. et indtag på mere end 15 gram og sandsynligt i nærheden af 35 gram kvalitetsprotein per måltid. Forsøget bør dog følges op af et nyt forsøg over en længere periode for at dokumentere helbredsmæssige fordele ved optimering af proteinmåltidsdoser under vægttab på kropssammensætningen.

9. Projektets delaktiviteter i hele projektperioden

Milepæle for forsøget		
Milepæl beskrivelse	Planlagt deadline	Status
Godkendelse hos De Videnskabetisk komiteer, anmeldelse til Datatilsynet og ClinicalTrials.gov.	Efterår 2017	Udført rettidigt
Projekt start: Rekruttering af forsøgspersoner initieres.	Januar 2018	Alle forsøgspersoner er blevet rekrutteret
Interventionsforsøg initieres.	Februar 2018	Alle forsøgspersoner har gennemgået screening og forsøgsgdagene.
Interventionsforsøg afsluttes og prøveanalyser påbegyndes.	Maj 2018	Selve interventionsforsøget er afsluttet.
Prøve og dataanalyse, herunder analyser for sporstoffer i blod og muskelvævsprøver	Oktober 2018 → forsinkelse	Blodprøveanalyse er afsluttet rettidigt Muskelprøverne blev analyseret 1. gang og datamaterialet forelå i sept 2019, men måtte re-analyseres pga. ikke holdbare analyseresultater Processen gik i stå pga. maskinelle problemer, dernæst corona-nedlukning på Birgmingham University. Prøverne blev efter coronanedlukning videre-sendt til Kenneth Smith's laboratorie for reanalyse.
Manuskript indsendes til peer-reviewed internationalt videnskabeligt tidsskrift.	Ændret → 18 april 2023	
Manuskript godkendt til publicering	10 august 2023	

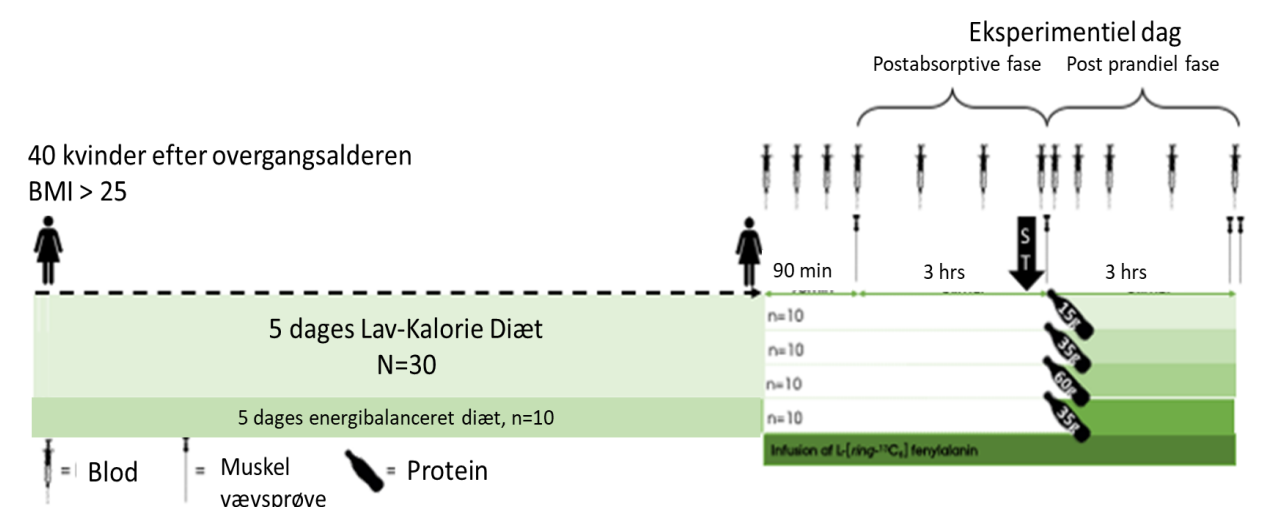
10. Afvigelser

Tidsmæssig afvigelse pga. maskinelle problemer, corona, og flytning af sted for analyser af blod- og vævsprøver pga. projektdeltager Professor Lars Holm ændrer arbejdsposition fra Københavns Universitet til Birmingham Universitet og senere til Team Danmark i den eksperimentelle periode.

11. Projektets resultater

Design og Metoder

Fyrre kvinder (58.4±0.4 år) blev tilfældigt inddelt i fire grupper, der indtog enten 15, 35 eller 60 gram valleprotein efter 5 dage med energirestriktion (slankepulverkur) eller energibalance. Forsøgspersonerne mødte op i laboratoriet om morgenen efter nat med faste og fik taget blodprøver og muskeltævsprøver, før de udførte hård superviseret styrketræning med det ene ben. Derefter fik de udleveret en proteindrik med enten 15, 35 eller 60 g valleprotein. Opbygningen af muskelproteiner blev målt med indsprøjtning af sporstof og efterfølgende udtagning og analyse af muskeltævs fra begge lårmuskler dvs. fra hhv. hvileben og styrketræningsben. Se oversigt over design i Figur 1.



- Hypokalorisk diæt 3.5 MJ/dag
- Kontrol af fysisk aktivitet i forsøgsperioden: 6.000-10.000 skridt/dag, ingen hård fysisk aktivitet.
- ST: 1-bens styrketræning, 5 sæt af 12 gentagelser (12 RM)
- Muskelprøve fra træningsbenet: 3 timer før træning og 3 timer efter træning+protein drik
- Muskelprøve fra det kontra-lateral ben: før protein drik og 3 timer efter proteindrik

Figur 1. Oversigt over forsøgsdesign

Resultater: Optimal måltidsdosis af protein

Karakteristika for de fire forsøgsgrupper er vist i Tabel 1. Der var ingen signifikant forskelle i karakteristika mellem de 4 forsøgsgrupper.

Det totale energi- og makronæringsindtag var lavere i energirestriktionsgrupperne sammenlignet med energibalancegruppen (alle $P < 0.05$, Tabel 2). Det gennemsnitlige daglige antal skridt var sammenligneligt mellem grupperne (15 gram: 7502 ± 454 skridt; 35 gram: 8953 ± 620 skridt; 60 gram: 7722 ± 470 skridt; Energibalance-35 gram: 7718 ± 573 skridt; $P > 0.05$).

Et vægttab blev observeret i alle kalorie-restriktions-grupperne under den 5-dages energirestriktionsperiode (15 gram: -2.4 ± 0.2 kg; 35 gram: -1.8 ± 0.2 kg; 60 gram: -2.8 ± 0.3 kg; alle $P < 0.001$), med ingen vægtændring i energibalance gruppen (35 gram: -0.2 ± 0.2 kg, $P = 0.32$).

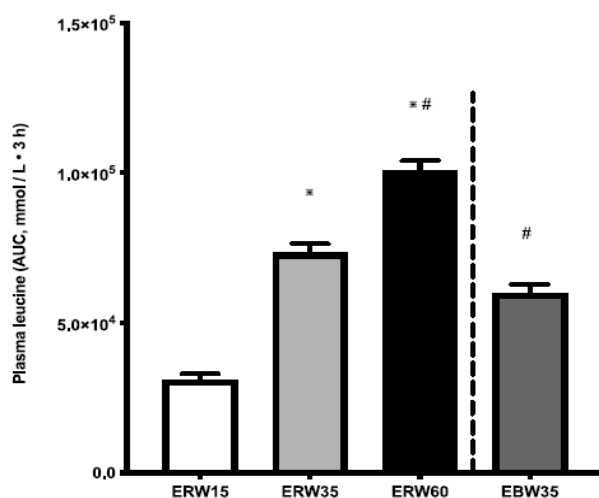
Den totale vægt løftet under træningsprotokollen var sammenlignelig mellem grupperne.

Tabel 1. Forsøgsperson karakteristika

	15 gram (n = 10)		35 gram (n = 10)		60 gram (n = 10)		35 g EE (n = 10)	
	<i>Middel (Std)</i>							
Alder (år)	58.9	(5.3)	57.7	(5.4)	57.3	(3.9)	57.7	(5.4)
Kropsvægt (kg)	81.3	(10.0)	78.6	(6.7)	83.5	(9.0)	79.0	(8.8)
Mager legemesmasse (kg)	45.0	(5.4)	42.5	(2.5)	45.0	(4.2)	44.2	(3.4)
Fedt (%)	41.4	(4.0)	42.6	(4.7)	42.7	(5.7)	40.8	(3.5)
BMI (kg/m ²)	28.4	(2.1)	28.2	(2.0)	29.2	(3.8)	28.7	(2.6)
1RM (kg)	17.1	(5.6)	18.4	(3.2)	19.3	(5.5)	19.8	(4.7)
Østrogen (pmol/L)	26.3	(22.3)	26.3	(13.1)	21.7	(6.3)	22.8	(8.7)
FSH (IU/L)	89.2	(29.2)	77.7	(19.5)	68.5	(13.9)	71.2	(23.0)
Testosteron (nmol/L)	1.0	(0.7)	0.8	(0.2)	0.9	(0.4)	0.8	(0.4)
Plasma kolesterol (mmol/L)	5.6	(0.8)	5.6	(0.7)	5.6	(0.9)	5.7	(0.7)
Plasma Triglycerid (mmol/L)	1.0	(0.7)	1.1	(0.4)	1.3	(0.2)	1.1	(0.5)

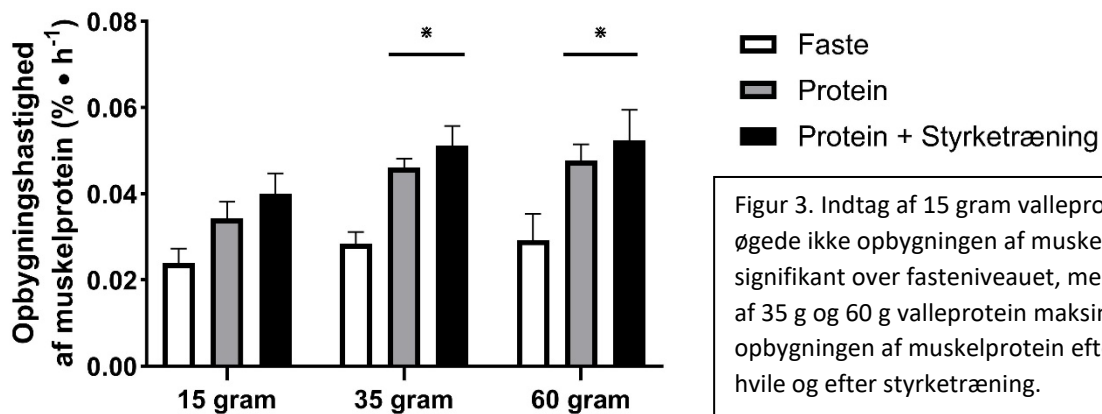
Alle værdier er angivet som middel ± standardafvigelse. BMI, body mass index; 1-RM, 1-repetition maksimum; FSH, follicle-stimulerende hormon; TG, triglycerid. EE: energibalanceret diæt

Bloddata viste dosis respons relaterede stigninger i aminosyre koncentrationer. Som eksempel er resultaterne af analyserne for den essentielle aminosyre leucine, vist i figur 2.



Figur 2. Areal under kurven (AUC) for blodprøveanalyse for aminosyren leucine over 3 timer efter proteinindtag. ERW: energirestriktion grupper. EBW: energibalanceringsgruppen

Opbygningshastigheden af muskelproteiner steg efter proteinindtag og var højere ved indtag af 35 og 60 gram vallepotein sammenlignet med 15 gram. Der var ikke forskel i effekten af 35 og 60 gram, hvilket viser at 35 gram kvalitetsprotein er rigelig ift. at stimulere muskelopbygningen (Figur 2). Responset proteinindtag var kun numerisk, men ikke statistisk højere i styrketræningsbenet sammenlignet med hvilebenet (Figur 3). Responset på 35 gram protein adskilte sig ikke mellem de to grupper der havde fået enten en energibalanceret diæt eller en lav-kalorie-diæt fem dage forud for forsøgsdagen.



Figur 3. Indtag af 15 gram valleprotein øgede ikke opbygningen af muskelprotein signifikant over fasteniveauet, mens indtag af 35 g og 60 g valleprotein maksimerede opbygningen af muskelprotein efter både hvile og efter styrketræning.

Konklusion

En dosis på 35 g valleprotein, indtaget med eller uden styrketræning, er tilstrækkelig til at stimulere en maksimal akut respons af muskelproteinsyntese (MPS) efter kortvarig energirestriktion hos overvægtige kvinder efter overgangsalderen, og kan derfor give en anbefaling for proteinindtag per portion for at modvirke muskeltab under et vægttabsprogram.

12. Resultaternes betydning, herunder for mejeribruget

Fundene indikerer, at kvinder, som efter overgangsalderen ønsker at minimere muskeltab under et vægttab, skal være opmærksom på at indtag tilstrækkeligt protein til måltiderne, dvs. et indtag på mere end 15 gram og sandsynligt i nærheden af 35 gram kvalitetsprotein per måltid.

Den ny viden kan have generisk interesse for et bredt spektrum af producenter af funktionelle proteinprodukter med mælkeprotein/valleprotein hydrolysat. Projektresultaterne har desuden et stort potentiale for at have offentlighedens interesse, da over halvdelen af den danske voksne befolkning er overvægtige eller svært overvægtige. Forsøget bør følges op af et nyt forsøg over en længere periode for at dokumentere helbredsmæssige fordele ved optimering af proteinmåltidsdoser under vægttab på kropssammensætningen.

13. Formidling og vidensdeling vedr. projektet

Artikler i internationale tidsskrifter:

The Journal of Nutrition 153 (2023) 3173–3184. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.08.011>

Populærvideenskabelige artikler:

Mælkeritiende, 2018: Kvinder – tab fedt ikke muskel.

Mælkeritiende, 2025 (submittet).

Studenteropgaver:

Rikke Hansen, kandidatspeciale: Effect of resistance exercise and protein ingestion on molecular markers of autophagy and muscle protein synthesis in overweight postmenopausal women following either a 5-day very low-calorie or an energy-balanced diet.

Mads Sørensen Larsen, Ph.D. afhandling, August 2019. Nutritional strategies to optimize health and performance in relation to exercise.

Indlæg ved faglige kongresser, symposier etc.:

Mødeindlæg:

Orkla, Norge. Online foredrag, 12 maj 2023.

MFF-møder: Opstart, status og final afrapportering.

Andet:

LinkedIn opslag set af 2049 personer.

Undervisning i ernæring på Sport Medicinsk Diplom uddannelse, Kostfag på AU: Molekylær Ernæring og Kost, Helbred & præstation.

Udvalgt til pressemeddelelse hos Journal of Nutrition.

Hillerød sygehus: kostråd til motioniseter.

Folkeuniversitetet: 2 foredrag: Kvinder – pas på din muskler.

14. Bidrag til kandidat- og forskeruddannelse

Mads Sørensen Larsen var på forskningsophold hos Professor Lars Holm, Birmingham University.

15. Nye kontakter/projekter

Nye samarbejdspartnere på King's College London, UK, og University of Nottingham, Derby, UK.