

BACHELOROPPGAVE

«Proteiner og styrketrening»

av

Thea L. Jensen (101829) og Janne Muldal (101818)

Innleveringsfrist: 18.05.2015

VF200 – Bacheloroppgave

Bachelor i fysisk aktivitet og ernæring

Antall ord: 11248

Mai 2015

Norges Helsehøyskole – Campus Kristiania

Erklæring: Denne oppgaven er gjennomført som en del av utdanningen ved Norges Helsehøyskole Campus Kristiania. Norges Helsehøyskole er ikke ansvarlig for oppgavens metoder, resultater, konklusjoner eller anbefalinger.

## FORORD

Vi har valgt å skrive om temaet ernæring og styrketrening. Vi valgte dette fordi det er relevant for vårt studie og på grunn av egen interesse for temaet. I dag er det mange av de som driver med trening, spesielt styrketrening, som tror at det er nødvendig med proteintilskudd for å dekke sitt proteinbehov, og det inntas store mengder protein fordi mange mener det kan gi mer muskelvekst.

Hensikten med denne oppgaven er derfor å gi et innsyn i hvilken mengde og type protein som er optimal for muskelvekst ved maksimal styrketrening. Vi vil gjerne takke veilederen vår Jo Bruusgaard for gode og konstruktive tilbakemeldinger underveis i prosessen, og våre samboere Christoffer og Pål Kristian for all støtte og tålmodighet.

Norges helsehøyskole, Oslo, mai 2015  
Janne Muldal og Thea L. Jensen

## INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	2
SAMMENDRAG .....	4
1.0 INNLEDNING .....	5
1.1 Bakgrunn .....	5
1.2 Proteinets oppbygging og funksjon .....	5
1.2.1 Fiberproteiner .....	6
1.2.2 Enzymer .....	6
1.2.3 Plasmaproteiner .....	6
1.3 Proteinmetabolismen .....	6
1.4 Proteiner i kostholdet .....	7
1.4.1 Soyaproteiner .....	9
1.4.2 Melkeproteiner .....	9
1.4.2.1 Leucin.....	9
1.5 Anbefalinger for inntak av proteiner .....	10
1.6 Protein som kosttilskudd .....	10
1.7 Risiko ved for stort inntak .....	11
1.8 Styrke og styrketrening .....	11
1.8.1 Maksimal styrketrening .....	12
1.8.2 Styrketrening for muskelvekst .....	12
1.8.3 Retningslinjer for de ulike treningsmetodene .....	12
1.9 Problemstilling .....	13
2.0 METODE .....	14
2.1 Litteraturstudie som metode.....	14
2.2 Litteratursøk .....	14
2.3 Valg av litteratur og kildekritikk .....	15
3.0 RESULTATER .....	16
4.0 DISKUSJON .....	21
4.1 Hvilken type protein er optimal for muskelvekst? .....	21
4.1.1 Kildekritikk .....	23
4.2 Timing for inntak av proteiner .....	23
4.2.1 Kildekritikk .....	24
4.3 Proteinbehov ved styrketrening.....	24
4.3.1 Kildekritikk .....	25
5.0 KONKLUSJON .....	26
REFERANSELISTE .....	27

## SAMMENDRAG

Vi valgte å skrive om styrketrening og ernæring, da dette er temaer som har vært gjennomgående i vårt studie av fysisk aktivitet og ernæring. Vi har lagt merke til at det er en debatt om hvor mye proteiner en trenger i løpet av en dag når en driver med styrketrening, og at flere inntar for mye av dette. Vi ønsker derfor å undersøke dette nærmere ved å se hva faglitteratur og forskning sier om temaet.

Problemstillingen vi har valgt å besvare er «hvilken mengde og type protein er optimal for muskelvekst ved maksimal styrketrening?» Under denne ønsker vi også å se om timing for inntak av protein har betydning for muskelvekst.

Metoden vi har valgt er litteraturstudie, hvor vi har funnet forskning og anvendt faglitteratur for å forsøke å besvare problemstillingen. Vi har forholdt oss kritiske til de anvendte kildene underveis.

Resultatene fra forskningen tilsa at en daglig mengde proteiner på 1,2 – 2,0 g per kg kroppsvekt er optimalt for muskelvekst ved maksimal styrketrening. Det kan også virke som om myseproteiner er effektivt for muskelvekst og muskelrestitusjon. Timing for inntak av proteiner virker å ha lite å si for muskelvekst, men kan ha en sammenheng når karbohydrater er involvert.

Vi konkluderer med at en mengde på 1,4 – 2,0 g protein per kg kroppsvekt daglig er optimalt for muskelvekst ved maksimal styrketrening. Dette varierer med treningsmengde per uke, og det kan være individuelle forskjeller. Vi synes også at en bør fokusere på å innta mat i stedet for tilskudd, som for eksempel melk som inneholder myseprotein og kasein. Timing har lite å si for muskelvekst, men det virke å være viktig å innta et måltid bestående av karbohydrater og protein for å sette i gang restitusjonsprosessen.

## 1.0 INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn

Vi har valgt å skrive om temaene ernæring og styrketrening, da dette er områder vi er interessert i. I dag virker det fortsatt å være et spørsmål om hvor mye protein en vektløfter bør innta hver dag. Salg av proteintilskudd er vanlig og er et populært marked som ser ut som det er kommet for å bli, men vi synes dette er merkelig når pensumlitteraturen vår sier at en får i seg tilstrekkelig med proteiner gjennom et normalt og variert kosthold. I denne oppgaven vil vi kalle et kosthold som inneholder kjøtt – og melkeprodukter et normalt og variert kosthold, men har også tatt hensyn til vegetarianere og veganere med tanke på et alternativt protein.

Hvilket protein er best for en kroppsbygger som ønsker å bygge muskler, og hvor mye bør han eller hun innta hver dag? Er det slik som vi tror; at en dekker proteinbehovet gjennom kostholdet, eller må en ha tilskudd i tillegg? Vi ønsker å benytte oss av pensumlitteratur vi har hatt gjennom de siste to år på studiet, og har også søkt etter relevant forskning for å se hva som kan være det optimale. I denne oppgaven er det fokus på proteiner og styrketrening og viktig med tilstrekkelig kunnskap om dette, og vi har derfor valgt å ta for oss dette i de neste underkapitlene.

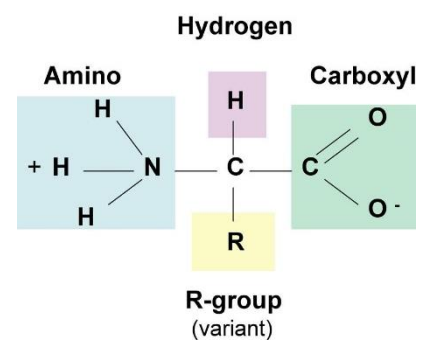
### 1.2 Proteinets oppbygging og funksjon

Proteiner er et viktig energigivende næringsstoff som inngår i mange av kroppens prosesser (1). Det er et stoff som både bygger opp og vedlikeholder celler og vev, i tillegg til å fungere som energikilde. Det er vanlig å dele inn i

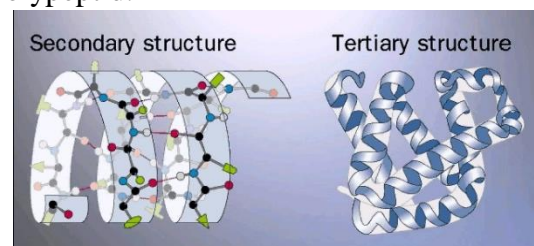
vegetabiliske og animalske proteiner. Begge deler er bygget opp av rundt 20 forskjellige aminosyrer, hvorav åtte av disse må tilføres gjennom kosten. Disse aminosyrene kalles essensielle aminosyrer og blir heretter referert til som EAA. De åtte EAA er valin, leucin, isoleucin, fenylalanin, tryptofan, metionin, treonin og lysin. Alle aminosyrer består av grunnstoffene oksygen, hydrogen, karbon, nitrogen og av og til svovel, og alle har en aminogruppe,  $-NH_2$  og en karboksylsyregruppe,  $-COOH$  i sin kjemiske oppbygning, se Figur 1.

Aminosyrer kan kombineres med hverandre, og et proteins funksjon er avhengig av hvordan disse aminosyrene er kombinert og satt sammen (1). Aminosyrene fester seg til hverandre gjennom peptidbindinger, og videre kan disse peptidbindingene settes sammen i peptidkjeder bestående av mange aminosyrer. Når to aminosyrer binder seg til hverandre, kan dette kalles et dipeptid. Dersom flere enn ti aminosyrer binder seg, kalles det et polypeptid.

Peptidkjeder danner ofte en spiralform; en alfahelix eller sekundærstruktur, og videre foldes denne til en tertiærstruktur, se Figur 2 (1). Disse strukturene settes videre sammen til et funksjonelt protein med en delegert oppgave i kroppen. Noen proteiner har rundaktig form og kan løses i vann, mens andre proteiner har en langstrakt form og er uløselige i vann (2). For at proteinet skal kunne fungere optimalt, må temperatur og pH være normalt; ved for eksempel svært høy temperatur ødelegges proteinets struktur; det blir denaturert (1,2,3). Proteiner inngår blant annet i kjemiske reaksjoner, muskelkontraksjoner, immunforsvaret,



Figur 1: Aminosyrestrukturen (31).



Figur 2: Alfahelix og tertiærstruktur (32).

hormonsystemet og nervesystemet og fungerer som byggemateriale. Fiberproteiner og enzymer er to viktige proteiner som inngår i mange prosesser i kroppen.

### 1.2.1 Fiberproteiner

Felles for alle fiberproteiner er at de har en langstrakt form, kan ikke løses i vann, er mindre lettfordøyelige og består av flere proteinmolekyler som er bundet sammen (1). Fiberproteiner er bestanddelen i kroppsvev som muskler, sener, ledd, hår, negler og annet. Eksempler på slike proteiner er keratin som finnes i negler og hår. Kollagen er et protein som finnes i stor grad i kroppens bindevev og brusk som bidrar til å binde kroppen sammen. De kontraktile proteinene aktin og myosin er avgjørende for at en muskelkontraksjon skal utføres; aktinfilamentene forskyves i forhold til myosinfilamentene, og på denne måten begynner muskelfibrene å trekke seg sammen (2).

### 1.2.2 Enzymer

Enzymer er proteiner som inngår i kjemiske reaksjoner i kroppen ved å fungere som katalysator (1,2,3). En katalysator øker hastigheten til den kjemiske reaksjonen uten selv å bli brukt som energikilde. Et enzym er spesifikt, ved at det katalyserer kun en gitt reaksjonstype. Mange enzymer er avhengig av koenzymer for å være aktive, disse kan være vitaminer og sporstoffer. Det er av denne grunn at mangelen på et vitamin kan virke hemmende på enzymaktivitet og gå utover prosesser i kroppen.

### 1.2.3 Plasmaproteiner

Plasmaproteiner er globulære, vannløselige proteiner med en kuleliknende form (1). Deres tilsynelatende tilfeldige tredimensjonale utforming er helt nødvendig for proteinets bestemte biologiske funksjon. Til denne gruppen hører blant annet de fleste enzymer, transportproteiner og globuliner i plasma, mange hormoner og kaseinet i melk (1,3). Plasmaproteiner fungerer som transportør av komponenter i blodbanen, som eksempel transporterer hemoglobin oksygen til vev i kroppen (3).

## 1.3 Proteinmetabolismen

Fordøyelsen av proteiner er kompleks og innebærer at et stort antall fordøyelsesenzymer samarbeider underveis (1,4). I magesekken spaltes proteinene av enzymet pepsin. Deretter fortsetter proteinene videre i form av polypeptider inn i tolvfingertarmen, hvor hormoner stimulerer bukspyttkjertelen til å skille ut blant annet trypsin; ett av flere enzymer som bryter polypeptidene ned til frie aminosyrer, samt di- og tripeptider. Etter denne prosessen kan disse mindre molekylene lett tas opp gjennom tynntarmveggen og fordeles videre i kroppen, særlig til lever og muskulatur.

I leveren går aminosyrene gjennom en prosess som tilpasser dem til de oppgavene de skal ha i vevet i kroppen (5). Denne prosessen fjerner de aminogrupperne i aminosyrene som ikke kan omsettes ved enten transaminering eller oksidativ deaminering. Ved transaminering flyttes aminogruppen over på et annet molekyl, mens ved oksidativ deaminering spaltes den av og det dannes ammoniakk. Det er den førstnevnte vi ønsker, da den sistnevnte prosessen kan føre til muskulær trøtthet på grunn av dannelsen av ammoniakk. De forgrenede aminosyrene, derimot, omdannes ikke i leveren, men går ut i blodsirkulasjonen. Den mengden forgrenede aminosyrer en finner i omløpet, tilsvarer den mengden vi har inntatt gjennom et måltid. Disse og andre aminosyrer tas opp i skjelettmuskulaturen og annet vev, hvor aminogrupperne fjernes ved transaminering og føres videre på pyruvat eller alfaketoglutarat. Når aminogruppen føres over på pyruvat, dannes aminosyren alanin; en aminosyre med en karboksylgruppe og en aminogruppe. Når alanin føres over på alfaketoglutarat, dannes glutamat.

En syklus som er viktig ved energifrigjøring fra aminosyrer, er glukose-alanin-syklusen (5). Glukose som frigjøres fra leveren brytes ned til pyruvat i muskelcellene og transamineres videre til alanin. Alanin vandrer deretter til leveren og leverer fra seg aminogruppen, og blir da pyruvat igjen, som da gjenbygges til glukose i leveren. Brukte aminogrupper skilles ut i urin eller svette ved at de bygges inn i urea, som er et vanlig endeprodukt ved nedbryting av nitrogenholdige stoffer som proteiner. En regner med at proteinmetabolismen skifter ut 50 g proteiner i skjelettmuskulaturen hver dag. Proteiner inneholder som nevnt nitrogen, og når aminosyrer oksideres i musklene ved proteinmetabolismen, dannes nitrogen som avfallsstoff og skilles ut i urea. Så lenge en inntar proteiner tilsvarende nitrogentapet gjennom svette, urin og avføring, er man i det en kaller nitrogenbalanse. Dette vil vi komme tilbake til senere i oppgaven, da det er viktig å beholde en positiv nitrogenbalanse i skjelettmuskulaturen.

#### 1.4 Proteiner i kostholdet

Proteiner er et energigivende næringsstoff som dekker normalt 5-10% av energiforbruket, og gir oss 4 kalorier per gram (5). Jo mer energi som forbrukes i løpet av en dag, desto mer protein må tilføres gjennom kosten. I tillegg til å få i seg nok proteiner, er det også viktig å få i seg den maten som har en aminosyresammensetning som dekker behovet for de EAA som kroppen ikke produserer. Skal en få optimal effekt av treningen må en ha et kosthold som inneholder tilstrekkelig med proteiner av god kvalitet hver dag. Vi rangerer en matvares proteinkvalitet ut fra innholdet av EAA målt opp mot det behovet vi har for daglig tilførsel av dem. Hvor høy kvalitet et protein har er avhengig av hvilke aminosyrer det er bygd opp av. En matvare kalles fullverdig når den inneholder alle de åtte EAA (6).

Generelt har animalske matvarer som kjøtt, fisk, egg, melk og melkeprodukter en sammensetning av de EAA som stemmer godt overens med vårt behov, mens en del vegetabiliske matvarer har lavt innhold av en eller flere EAA i forhold til vårt behov (5). Ved å se på en matvares kjemiske score, ser en på hvilken EAA det finnes minst av i forhold til behov; på denne måten vil en god sammensetning av EAA gi en kjemisk score på 100. I tillegg til å se på sammensetningen av EAA kan en også se på hvor mye av proteinene i matvaren som blir tatt opp i kroppen. Denne vurderingen heter Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score, heretter referert til som PDCAAS (5). Fra animalsk protein tas det som regel opp over 90% i kroppen, mens fra vegetabiliske matvarer tas det opp mellom 80-90%. Animalske matvarer får derav en høyere PDCAAS enn vegetabiliske matvarer. Kjøtt, egg, melk, melkeprodukter og fisk er matvarer som inneholder proteiner med en kjemisk score nær 100, mens den kjemiske scoren i ulike vegetabiliske matvarer varierer mye og kan være lavere enn 70.

En stor del av proteiner i kostholdet vårt kommer fra vegetabiliske matvarer, som brød, pasta, kornvarer, bønner, ris, linser og nøtter (5). Selv om vegetabiliske matvarer har dårligere proteinkvalitet, kan de kombineres med hverandre slik at kvaliteten øker. Kornvarer har for eksempel en lav proteinkvalitet fordi de inneholder lite lysin, og derfor har disse matvarene en PDCAAS score på 0,4-0,5; belgfrukter har lav score da de inneholder lite metionin. Dersom en kombinerer disse to matvarene i et måltid vil denne kombinasjonen gi en score på 1,0, da kornvarene inneholder mye metionin og belgfruktene inneholder mye lysin. På denne måten kompletterer matvarene hverandre og gir nok EAA.

Har en et variert kosthold som inkluderer både vegetabiliske og animalske proteinkilder skal det ikke være noe problem å dekke det daglige proteinbehovet (5,6). Tabell 1 viser eksempler på en dagsmeny, som kan illustrere hvor enkelt dette kan være.

Tabell 1: Forslag til dagsmeny til en voksen mann på 80 kg med mål å innta 1,8 g protein/kg/dag (33)

Måltider	Forslag til mat
<b>Frokost</b>	80 g havregryn med 5 dl melk [27,5 g protein]
<b>Lunsj</b>	En Go' morgen-yoghurt med müsli og bær En brødskeive med skinke [15 g protein]
<b>Middag</b>	200 g kyllingfilet 100 g ris [59 g protein]
<b>Kveldsmat</b>	3 brødskeiver med 40 g hvitost, skinke og 3 dl lettmeik [42,5 g protein]
	Til sammen: 144 g protein

Proteinomsetningen lar seg lett påvirke av trening, ernæring og det hormonelle miljøet i muskulaturen (7). Før vi inntar næring i form av mat eller drikke blir proteinnedbrytning nærmeste kilde til aminosyrer for oppbygging av nye proteiner. Et optimalt samspill mellom trening og påfølgende restitusjonsmåltid er derfor nødvendig for å legge forholdene til rette for en positiv nitrogenbalanse og optimal glykogensyntese. Mye tyder på at et inntak av en kombinasjon av karbohydrat for å få insulineffekt, og protein for å få en økt konsentrasjon av frie aminosyrer i forbindelse med trening, øker den anabole effekten av treningsøkten (7). Insulin øker cellenes opptak av aminosyrer og glukose i tillegg til å redusere hastigheten på proteinnedbrytningen. For at dette skal fungere må det være sirkulerende aminosyrer tilgjengelig. Mangel på aminosyrer hemmer insulinets anabole virkning på proteinmetabolismen etter trening. EAA stimulerer proteinsyntesen både ved å fungere som energikilde og som regulerende faktor for proteinmetabolismen. Tabell 2 gir oss noen forslag til hva en kan spise for å sikre seg det optimale restitusjonsmåltid med 6-10 g EAA og 30 g karbohydrater.

Tabell 2: Forslag til restitusjonsmåltider som inneholder 6-10 g EAA og 30 g karbohydrater (33)

Forslag til restitusjonsmåltid	Mengde protein	Mengde karbohydrater
<b>To brødskeiver med ost og skinke 2 dl appelsinjuice</b>	20 g	54 g
<b>2 dl (80 g) kornblanding og 2, 5 dl lettmeik</b>	17,5 g	68 g
<b>5 dl sjokolademelk</b>	17 g	45 g
<b>3 dl lett yoghurt og en banan</b>	15 g	39 g
<b>En brødskeive med egg Et glass lettmeik (2 dl) + et eple</b>	18 g	42 g



#### 1.4.1 Soyaproteiner

Soyaproteiner er det proteinet som finnes i soyabønner (8). Soyabønner er svært næringsrike og er den eneste vegetabiliske matvaren som inneholder alle åtte EAA, og regnes som en fullverdig proteinkilde. Matvarer som inneholder soya er blant andre soyamelk, soyasaus, miso og tofu (9). En finner også soyaproteiner i ferdigproduserte matvarer som hamburgere, pizza, brød og fiskekaker. En har delt soyaproteinet inn i tre kategorier av tilskudd; soyamel, soyakonsentrat og soyaisolat (10).

Soyakonsentrat er laget av avfattede soyabønner og inneholder 70 % soyaprotein. Det er lett fordøyelig og en finner det ofte i næringsbarer, frokostblandinger og yoghurt. Soyaisolat er det reneste soyaproduktet og inneholder 90 % soyaprotein. Det er meget lett fordøyelig og brukes ofte i sportsdrikker og som tilskudd. Soyaproteintilskudd er et godt alternativ til animalske proteinkilder, for eksempel til veganere (9,10). Soyaproteiner har en PDCAAS på 1 (10).

#### 1.4.2 Melkeproteiner

Melkeproteiner er animalske proteiner en finner i melk og melkeprodukter. Melkeproteiner er 70-80 % kaseinprotein, og 20-30 % myseprotein (10). Myse er en gruppe proteiner som er den flytende, vannløselige delen av melken, og kasein er den fastere, koagulerte proteingruppen som finnes i for eksempel ost.

Myseprotein, eller whey, ansees som et svært gunstig protein, siden det tas opp hurtig fra tarmen og har et høyt innhold av leucin og andre forgrenede aminosyrer (10). Det finnes i tre former; myseproteinpulver, myseproteinkonsentrat og myseproteinisolat.

Myseproteinpulver er et pulver som tilsettes mange forskjellige matvarer; alt fra kjøttprodukter til bakeprodukter. Dette inneholder 11-14,5 % protein. Myseproteinkonsentrat er produktet en får når en fjerner vann, laktose og mineraler fra myseproteinpulveret, altså et mer konsentrert produkt med høyt proteininnhold; 25 - 89 %. Dette er ofte populært blant idrettsutøvere. Myseproteinisolat og hydrolysert myseproteinisolat er de reneste proteinkildene en finner, som består av hele 90 – 100 % protein. Det er likevel ikke sikkert at proteinene i myseproteinisolatet har tålt behandlingsprosessen så godt, så det kan forekomme at proteininnholdet er mindre effektivt på grunn av ødelagte proteinstrukturer. Myseproteiner har en PDCAAS på 1 (10).

Kasein er også regnet som et gunstig protein, da det er tungt fordøyelig og gir en jevn frigjøring av aminosyrer til blodet; noen ganger varer denne frigjøringen flere timer (10). Grunnen til at kasein er tungt fordøyelig er at det omdannes til en geleaktig masse i fordøyelsen som blir brutt ned over lengre tid. Kasein finnes også som proteintilskudd. Kasein har en PDCAAS på 1,23.

##### 1.4.2.1 Leucin

Som nevnt tidligere blir forgrenede aminosyrer ikke omdannet i leveren, men går rett i blodbanen og til det vevet hvor de trengs (5). I muskulaturen bidrar de til energiproduksjon og bygges inn i muskelcellenes proteiner. Leucin, valin og isoleucin er tre EAA som er forgrenede, og leucin trekkes fram som den mest gunstige av de tre (5, 11). Dette er fordi leucin aktiverer mTOR, som er et protein som stimulerer muskelproteinsyntesen. Dette er en virkning som er ønskelig hos de som av ulike årsaker ikke greier å møte de daglige anbefalinger for proteininntak, eller eldre utøvere (11). Melkeproteiner er en god kilde til leucin, og aminosyren kan også fås som tilskudd (5, 10).

### 1.5 Anbefalinger for inntak av proteiner

Helsedirektoratet har kommet med anbefalinger for inntak av næringsstoffer som karbohydrater, fett og proteiner, og oppgir dette som anbefalt prosent av totalt daglig energiinntak (12). Ved å oppgi anbefalingen som prosent av det totale energiinntaket, vil anbefalingene dekke proteinbehovet både for normalt aktive personer på mosjonistnivå og for idrettsutøvere som trener ekstremt mye (5). Det anbefales at proteiner utgjør 10-20 prosent av energiinntaket daglig for en frisk person med et normalt aktivitetsnivå. Dette kan også oppgis som 0,75- 1,0 gram per kilo kroppsvekt. Jo mer vi trener, desto mer protein trenger vi tilført gjennom kosten hver dag. Ved store mengder trening vil energibehovet øke, og dermed vil også proteinbehovet øke. Anbefalt proteininntak for idrettsutøvere ligger mellom 1,4-2,0 g per kg kroppsvekt, og dette tilsvarer 14-20 prosent av det daglige energiinntaket. Idrettsutøvere som trener 5-10 timer per uke anbefales et proteininntak på 1,4-1,8 gram per kilo kroppsvekt, ekstremtøvere som trener 20 timer i uken eller mer anbefales et proteininntak på 2,0 gram per kilo kroppsvekt (5).

Den viktigste årsaken til at idrettsutøvere trenger mer protein enn normalbefolkningen er at de har et økt energiforbruk, og dermed vil en større andel av energiforbruket dekkes fra nedbrytning av aminosyrer (5, 6). En annen årsak til at godt trente personer har større proteinbehov er at de har større muskelmasse, altså mer protein i kroppen (5). Grunnen til dette er at en andel av den totale proteinmengden brytes ned, og noen av de frigitte aminosyrene skilles ut hver dag. En mann med stor andel muskelmasse må derfor erstatte en større mengde protein enn en mann med en mindre andel muskelmasse. Av denne grunn trenger godt trente personer mer proteiner tilført gjennom kosten. En kan si at jo større energiforbruket er, jo mer protein bør vi innta daglig. Idrettsutøvere kan spise akkurat det samme som alle andre og fortsatt få dekket sitt proteinbehov, men det må spises en større mengde av denne maten.

### 1.6 Protein som kosttilskudd

Proteiner finnes også som kosttilskudd i form av shakes, pulver til bakst og barer (5,13). Noen tilskudd baserer seg på å øke andelen protein i kostholdet, og andre er spesielle proteiner eller rene aminosyretilskudd som skal virke mer spesifikt (5). Dette kan være soyaproteiner, myseproteiner, kasein og leucin – alle tilskuddene blir lovet å ha en muskelbyggende og restitusjonsfremmende påvirkning av muskulaturen. Dette er svært populært blant idrettsutøvere, og da særlig vektløftere. Årsakene til at flere tar disse tilskuddene er et mål om å gå ned i vekt uten å miste muskelmasse, samt å øke muskelvolum – og styrke (13). Mange tror det regelrett er obligatorisk med tilskudd når en driver styrketrening, men det eksisterer per dags dato ingen overbevisende studier som underbygger at tilskudd av protein utover variert kosthold er nødvendig (5). I en studie gjort i Troms blant mannlige styrketreningsutøvere ble det avdekket at de fleste lå langt over daglige anbefalinger for proteininntak, hele 130 % over (14). Altså kan det virke å være en trend som ligger bak dette, og det er populært blant såkalte fitnessbloggere å publisere oppskrifter på proteinbakst hvor en har beriket bakstoppskriftene med proteinpulver som tåler høyere temperatur og kan stekes og bakes (15).

Både i proteintilskudd og andre kosttilskudd forekommer det mangelfull merking og forurensning av produktene (5,16,17). Anabole steroider er en av stoffene som kosttilskudd kan inneholde, uten at dette står på innholdslisten. Dersom en for eksempel driver med vektløfting på profesjonelt nivå kan dette være nok til å bli utestengt fra miljøet dersom dette oppdages. Dette er svært beklagelig dersom utøveren ikke er klar over dette, og blir tatt i dopingprøve. Siden forurensning og manglende merking av tilskudd er et stort problem, er den enkelte idrettsutøver selv ansvarlig for å vurdere produktet som brukes, da dette ikke kan følges opp av Mattilsynet.

### 1.7 Risiko ved for stort inntak

Dersom en inntar mer proteiner enn det som anbefales, for eksempel over 2,0 g protein per kg kroppsvekt daglig, har det ikke noen ekstra effekt på muskelvekst, uansett hvor hardt eller mye en trener (5, 14). Det kan derimot være skadelig med et for høyt proteininntak da animalske proteinkilder inneholder mye mettet fett og kolesterol, noe som kan gi økt risiko for å utvikle hjerte og – karsykdommer (14). Personer som er disponert for å utvikle leversykdom, nyresykdom eller diabetes bør være forsiktig med for høyt proteininntak, da lever og nyrer må jobbe hardere for å kvitte seg med overflødige aminosyrer (18). Nyrestein, ubalanse i kroppens kalsiumbalanse og fare for utvikling av osteoporose er andre tilstander som en frykter er bivirkninger av for høyt proteininntak (19). En positiv proteinbalanse kan også resultere i at proteinet oksiderer og blir brukt til energi, som da fører til økt omdannelse til fettmasse (5).

Kroppen bruker også store mengder væske på å «skylle» ut aminosyrene, noe som kan resultere i dehydrering (14). I tillegg vil et stort proteininntak kunne gå på bekostning av karbohydratinntaket vårt (5). For at vi skal klare å opprettholde intensivt muskelarbeid er vi avhengig av en tilstrekkelig mengde karbohydrater hver dag. Store mengder med proteintilskudd kan utgjøre et stort energiinntak, og en spiser ofte mindre vanlig mat for å ikke øke fettmassen. Proteintilskudd inneholder ikke den sammensetningen av vitaminer og mineralstoffer som vi finner i vanlige matvarer og vil derfor redusere næringsinnholdet i kosten hvis vi inntar store mengder av proteintilskudd (5, 14). Dette kan dermed føre til redusert kvalitet på kostholdet og potensielt redusert effekt av den treningen vi gjør.

For å beregne proteinbehovet må man gjøre en nitrogenbalansestudie (5). Dette går ut på at en person inntar en kjent mengde nitrogen gjennom kosten i form av protein, og deretter måler hvor mye nitrogen som tapes hver dag. Ved nedbrytning av aminosyrer skilles nitrogenet ut i urinen, og man kan derfor få et mål på proteinomsetningen i kroppen ved å analysere urinprøver (18, 5). Taper vi mer nitrogen enn vi tilfører, er vi i negativ nitrogenbalanse, noe som kan føre til tap av vevsprotein. Taper vi like mye som vi inntar er vi i balanse og opprettholder proteinmengden. Om vi inntar mer enn vi taper, er vi i positiv nitrogenbalanse og proteinet vil hope seg opp i kroppen; det vil si at opptaket er større enn utskillelsen. Vi vil i denne oppgaven bruke nitrogenbalanse og muskelproteinbalanse om hverandre, da de går ut på det samme. For at kroppens muskelmasse skal holdes konstant over tid må kroppen være i proteinbalanse. Ved muskelproteinbalanse er det likevekt mellom mengden protein tilført gjennom kostholdet og mengden protein som skilles ut via urin, svette eller avføring (5, 20). Proteinbalansen bestemmes hovedsak av forholdet mellom hastigheten på proteinsyntesen og proteinnedbrytingen.

### 1.8 Styrke og styrketrening

Styrke er «den maksimale kraften eller det dreiemomentet en muskel eller muskelgruppe kan skape ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet» (20 s.13) Styrke er en viktig del av alles hverdag. De siste årene har det vært mye forskning på styrketrening og det har kommet godt frem at styrketrening gir helsegevinster (20). Derfor drives styrketrening i dag av både yngre, voksne, eldre, mosjonister og idrettsutøvere. Styrketrening handler ikke bare om idrettsutøvere som skal prestere i sin idrett, men er generelt viktig for å vedlikeholde muskelmassen og styrken vår, og det kan forebygge livsstilssykdommer som diabetes type 2 (7,20).

Styrketrening er «all trening som er ment for å utvikle eller vedlikeholde vår evne til å skape størst mulig kraft (eller dreiemoment) ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet» (20, s.13). Det finnes to hovedkategorier innenfor styrketrening; eksplosiv styrke og maksimal styrke (20). Eksplosiv styrke er evnen til å utvikle størst mulig kraft hurtig. Maksimal styrke

er den største kraften vi klarer å utvikle ved langsomme bevegelser. I denne oppgaven skal vi fokusere på maksimal styrketrening.

### 1.8.1 Maksimal styrketrening

«Maksimal styrketrening er all trening som gjennomføres med hensikt å øke evnen til maksimal kraftutvikling ved langsomme bevegelser. Eller ved rene maksimale isometriske muskelaksjoner. Normalt er dette trening med så stor motstand at vi bare klarer 1-12 repetisjoner i en serie før utmattelse, 1-12 RM-serier» (20, s.14).

For å måle vår maksimale styrke er det vanlig å teste en repetisjon maksimum; heretter referert til som 1RM (20). Dette gjøres ved at det gjennomføres en repetisjon ved det absolutte tyngste vi klarer å gjennomføre en gang i den aktuelle øvelsen. Vi kan ut i fra dette vite hvor mye belastning en person bør trene med ved maksimal styrketrening.

For å gjennomføre maksimal styrketrening må belastningen være stor, minimum 80% av det maksimale vi klarer (20). Det vil si at vi klarer å utføre 1-12 repetisjoner. Dette er imidlertid avhengig av utøverens grunnform, dette vil vi komme tilbake til senere i oppgaven. Når vi utfører så stor belastning på musklene er riktig teknikk svært viktig, dette for å unngå feilbelastning og skader. Lange nok pauser mellom hver serie er også en veldig viktig del av maksimal styrketrening for at musklene skal klare å hente seg inn og vi kan klare å yte maksimalt på neste serie. Pauser på 2-3 minutter anses som optimalt ved denne type trening. Hensikten med maksimal styrketrening er å øke evnen til maksimal kraftutvikling.

### 1.8.2 Styrketrening for muskelvekst

Muskelvekst skjer hovedsakelig ved at vi får økt volum av de enkelte muskelfibrene i en muskelgruppen (20). Det er dette vi kaller for hypertrofi. Vi skal se nærmere på hvilke treningsmetoder som benyttes for å utvikle maksimal styrke og muskelvekst. Det er en nær sammenheng mellom hvor stor kraft vi kan generere i en muskelgruppe, og muskelgruppens største tverrsnittsareal. Det er derfor unaturlig å skille mellom maksimal styrketrening og det vi kaller hypertrofitrening. Disse treningsmetodene går ut på det samme, altså økning av muskelens tverrsnitt og maksimal styrke. Men det utføres ved ulike treningsmetoder, som blir nevnt nedenfor. Et stort mekanisk drag i muskulaturen er antagelig den viktigste faktoren til muskelvekst, og derfor er det vanlig at treningsmetoder med stor motstand gir både stor muskelvekst og økning av den maksimale styrken (20). Nøyaktig hvilken treningsmotstand som er best for å øke den maksimale styrken er vanskelig å bestemme, men det er helt sikkert at variasjon i treningsmotstand gir resultater. Det er derfor viktig å variere på belastningen og antall repetisjoner underveis i treningsperioden.

Motstand og antall repetisjoner avhenger av utøverens treningsbakgrunn (7). Motstand en jobber med er ulik fra utrente og godt trente. Forskning som er gjort viser at godt trente responderer best på 6-10 repetisjoner, med en motstand på 70-85% av 1RM. Utrente responderer best på 10-15 repetisjoner med en motstand på 60-80% av 1RM. Hovedgrunnen til at det anbefales for utrente å trene med mindre motstand er at skaderisikoen er større for utrente, både på grunn av dårligere teknikk og lavere styrke i stabiliserende muskler og kjernemuskulatur (20).

### 1.8.3 Retningslinjer for de ulike treningsmetodene

1RM utvikles best ved å gjennomføre få repetisjoner med lange pauser, og raskt tempo (7). Motstanden bør ligge på 85-100% av 1RM, med 1-5 repetisjoner x 3-6 serier per øvelse.

Hypertrofitrening gjennomføres med 6-15 repetisjoner, i et langsomt tempo til total utmattelse i hver serie (7). Motstand skal være på 60-85% av 1RM, og 3-6 serier per øvelse. Pausene mellom hver serie er ofte på 1-1/2 minutt. Motstand og antall repetisjoner avhenger av utøverens treningsbakgrunn og treningsform. Hypertrofitrening er en svært krevende

treningsmetode, og det stilles høye krav til utøveren for å utføre øvelsene riktig. Ved denne type trening må utøveren være i stand til å presse seg, til tross for store smerter eller ubehag i hver repetisjon.

Maksimal styrketrening gjennomføres ved en motstand på 100% av 1RM eller mer, med 1-5 repetisjoner (7). Treningen utføres med et moderat tempo og en tar pauser på 3 minutter eller mer etter hver serie. Her anbefales det også 3-6 serier per øvelse.

### 1.9 Problemstilling

Basert på teorien vi nå har presentert, er problemstillingen vi ønsker å besvare: Hvilken mengde og type protein er optimal for muskelvekst ved maksimal styrketrening? Et underspørsmål til denne problemstillingen er også om timing for inntak av protein har noe å si for muskelveksten når en driver med maksimal styrketrening.

Vi velger å stole på pensumlitteraturen vår, og tenker at en i utgangspunktet inntar nok protein per dag gjennom et normalt og variert kosthold. Vi har avgrenset oss til å skrive om protein via kost og som tilskudd, og utelatt kreatin. I denne oppgaven har vi valgt å avgrense oss til voksne idrettsutøvere som driver med maksimal styrketrening. Vi er klar over at kvinner som oftest har 10-15 % lavere behov for proteiner enn menn, men har valgt å ikke fokusere på dette i denne oppgaven, da det er lite informasjon og forskning om dette (7).

## 2.0 METODE

Metode kan defineres som «en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder» (21, s. 83). Metoden er som en slags oppskrift en kan bruke for å finne relevant kunnskap til oppgaven (22). Ofte deler en metode inn i kvalitativ og kvantitativ metode. De kvantitative metodene har som mål å omformulere informasjon til målbare enheter og statistikk som en kan regne videre på. Kvalitative metoder tar for seg informasjon og mening som ikke er målbart og kan oppgis i enheter.

### 2.1 Litteraturstudie som metode

Denne oppgaven er et litteraturstudie, som kan defineres som «en oppgave som systematiserer kunnskap fra skriftlige kilder» (23, s. 37). Et litteraturstudie sorterer under kvalitativ metode (22). Gjennom å innhente og lese forskningsartikler og faglitteratur skal vi sammenfatte denne kunnskapen til å besvare problemstillingen vår, hvor vi ønsker å finne ut hvilken mengde og type protein som er optimal for muskelvekst ved maksimal styrketrening. Vi vil hele tiden forholde oss kritisk til resultatene og pensumet som benyttes i denne oppgaven.

### 2.2 Litteratursøk

Da vi bestemte oss for temaet begynte vi å søke rundt i forskjellige databaser for å forsikre oss om at det fantes nok pensum og forskning rundt emnet. De to databasene er Medline og Google Scholar. Det var varierende resultater, men ingen tvil om at det var nok til å besvare en problemstilling. Det er viktig at forskningen som er gjort ikke er utdatert og vi har satt en tidsgrense fra år 1999 – 2015. Alle forskningsartiklene vi har funnet er refereebedømt, som betyr at de er vurdert av eksperter på tema, innhold og metode før publisering. Vi vil også anvende en masteroppgave som vi føler er relevant for oppgaven. Et viktig eksklusjonskriterie var de studiene som inkluderte kreatin og andre stimulerende stoffer. Denne bacheloroppgaven skal skrives etter retningslinjer for oppgaveskriving ved Norges Helsehøgskole Campus Kristiania.

Vi valgte å søke i tre databaser; Google Scholar, Bibsys og Medline. Databasen Google Scholar er en database med fag – og forskningsartikler som rangeres etter blant annet hvor mye de er sitert av andre i oppgaver. Jo mer siterte de er, jo høyere opp på rangeringslisten er de, og en får inntrykk av at dette er gode artikler. Søkeord som ble brukt er “supplement protein”, “muscle growth”, “protein requirements” “bodybuilding” og “milk protein”.

Vi søkte også i Medline, en database som inneholder medisinske tidsskrifter og forskning. Søkeordene som ble benyttet er:

1. Nutrition Policy/ or Nutrition Therapy/ or Nutrition Assessment/ or Nutrition Surveys/ or Parenteral Nutrition/

2. Muscle Fibers, Skeletal/ or Muscles/ or Muscle, Skeletal/ or Muscle Proteins/ or Muscle Development/

3. Muscles/ or Performance-Enhancing Substances/ or Adult/ or Weight Lifting/ or Exercise/ or "Physical Education and Training"/

4. Egg Proteins, Dietary/ or Myelin Proteins/ or Dietary Proteins/ or Proteins/ or Muscle Proteins/ or Milk Proteins/ or Vegetable Proteins/

De nevnte søkeordene ble brukt hver for seg, i tillegg til å bli kombinert til samlede søk. Dette gav mange treff underveis, og vi ble fornøyd med utfallet. Den tredje databasen var bibliotekets database via skolen, Bibsys. Der søkte vi etter med ord som «protein» og «bodybuilding», etter en del leting fant vi to relevante artikler også her.

### 2.3 Valg av litteratur og kildekritikk

Når en skriver en oppgave med litteraturstudie som metode, besvarer en problemstillingen ut fra litteratur en har valgt. Det er derfor viktig å være tydelig på hvorfor og hvordan en har valgt litteraturen til å besvare problemstillingen i oppgaven (22). Kildekritikk er metoder som brukes til å vurdere om kilder en bruker er sanne. Det kan også sies å være «et samlebegrep for metoder brukt for å skille verifiserte opplysninger fra spekulasjoner» (22, s. 66). Hensikten med kildekritikk er å gi leseren et inntrykk av hvorfor en valgte disse kildene for å belyse problemstillingen, og hvorvidt disse er relevante. Hensikten er også at den som skriver skal vise at en holder seg kritisk til kildene som brukes. Kildekritikk har to sider; litteratursøk og redegjøring for anvendt litteratur (22). Resultatene av artiklene vi fant redegjøres for i kapittel 5, mens kildekritikk kommer i kapittel 6.

### 3.0 RESULTATER

Dette kapittelet vil presentere de relevante resultatene vi vil bruke for å besvare problemstillingen, og gi oss en pekepinn på hva som kan være optimal mengde og type protein, samt om timing for inntak kan ha noe å si.

Forskningsartikkelen «Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise» av Børsheim, Tipton, Wolf & Wolfe er en studie som tar for seg hva som skjer med kroppen ved inntak av EAA aminosyrer på to forskjellige tidspunkter etter trening (24). Studien ble publisert i 2003, og ble utført fra 2001-2002 ved General Clinical Research Center via universitetet Texas Medical Branch. Denne studien sammenligner virkningen til to drikk med 6 g EAA eller med 3 g EAA og 3 g ikke-essensielle aminosyrer (NEAA) har på netto muskelproteinbalanse hos testdeltakerne. Leucin og fenylalanin var de to EAA som ble brukt i drikkene. Disse drikkene ble konsumert 1 og 2 timer etter en treningsøkt med styrkeøvelser. I denne studien deltok 6 friske frivillige deltakere i alderen 19 til 25 år; 3 menn og 3 damer. Inklusjonskriterier var at personene skulle være friske og aktive på fritiden. Eksklusjonskriteriet var at forsøkspersonene trente regelmessig utholdenhet eller styrke etter et fast program, altså var det ikke ønskelig med særlig trente individer.

Alle ble instruert til å ikke trene 2 dager før studien fant sted, ikke endre på kostholdet, eller bruke alkohol/tobakk minst 24 timer før studiedeltagelsen. De ble informert om hensikten og prosedyrene av studien før de skrev under en skriftlig avtale. Før de begynte studien måtte alle 6 gjennom helsetester som helsesjekk, blodprøver, urinprøver og elektrokardiografi for å bestemme helsestatusen. Ingen av deltagerne ble ekskludert.

Styrkeøvelsene som deltakerne måtte utføre var 10x10 sett med benpress og benekstensjon på 80 % av 1RM (24). 1RM var bestemt senest en uke før testdagen. Det ble tatt muskelbiopsi av vastus lateralis og blodprøver flere ganger etter øvelsene og inntak av drikkene. Inntaket av EAA alene stimulerte muskelproteinsyntesen etter styrketrening, og det kan virke som om NEAA ikke er nødvendig for å få denne stimuleringen. Kurven for netto fenylalaninopptak ovenfor basalverdi var lik for den første timen etter hver drikk ( $67 \pm 17$  vs.  $77 \pm 20$  mg / ben) (24). EAA-konsentrasjonen økte ved begge inntak av drikkene. Det virker heller ikke å være noe signifikant betydning mellom tidspunktene for inntak av drikkene, noe som kan indikere at det kan være det samme for restitusjonen og proteinbalansen om proteiner inntas 1 eller 2 timer etter en styrkeøkt. Konklusjonen til dette studiet er at NEAA ikke er nødvendig for stimulering av netto muskelproteinbalanse, og at det virker å være en doseavhengig effekt av EAA for muskelproteinsyntesen.

John Aleksander Larssen Laahne ved Norges Idrettshøgskole skrev i 2013 sin masteroppgave i idrettsvitenskap om virkningen av melkeproteiner på restitusjon, med tittelen «Nativt myseprotein gir større og raskere økning av aminosyrer i blod enn behandlede mysefraksjoner og lettmeik, men ikke raskere restitusjon av muskelfunksjon» (25). Grunnen til at vi valgte den er at den virket relevant for oppgaven. Det er en liten studie som hadde som formål å undersøke hvordan 4 ulike myseproteinfraksjoner og lettmeik tas opp i blodet; mikropartikulært myseprotein (MWP), lettmeik, hydrolysert myseprotein (WPH), nativt myseprotein (VWP) og myseproteinkonsentrat (WPC-80) (25). Videre ville Laahne se om den myseproteinfraksjonen som tas opp hurtigst gir en bedre restitusjon av muskelfunksjon enn vanlig meik. Dette skulle testes etter en standardisert styrketreningsøkt bestående av beinpress, kneekstensjon, benkpress og sittende roing. For lettmeik og VWP ble det også gjennomført prestasjonstester i isometrisk kneekstensjon og svikhopp, og deltakerne fylte ut en visuell analog skala (VAS) for «delayed onset muscle soreness» (DOMS) en gang før økten, og fire ganger etter. Etter inntak av drikkene ble det også tatt blodprøver 6, 36, 51, 66,



96 og 126 minutter. Disse blodprøvene ble analysert for innhold av aminosyrer, insulin, glukose, urea og kreatin kinase.

Studien er en randomisert kontrollert, dobbelt blindet studie med crossover design (25). Deltakerne ble rekruttert fra Norges Idrettshøgskole, via mail, muntlig informasjon og plakater. Inklusjonskriterier var menn mellom 18 – 45 år, som trente styrke regelmessig tre ganger i uken og har gjort dette de siste 6 måneder. De med laktoseintoleranse eller melkeallergi ble ekskludert fra studien, da proteindrikkene var melkebaserte. Alle deltakerne i studien gjennomførte den samme styrketreningsprotokollen 5 ganger, og inntok en av fem proteindrikker etter den var fullført. I løpet av de 5 ukene studien foregikk, drakk de en type proteindrikk 1 uke om gangen. Det var 13 rekrutterte deltakere, hvorav tre måtte bryte av diverse årsaker, som gjorde at 10 deltakere fullførte studien.

Alle drikkene ga stigning i aminosyrekonsentrasjonen i blodet (25). VWP, nativt myseprotein, ga en større økning i leucin, forgrenede aminosyrer og EAA enn de andre. Lettmelk ga den laveste stigningen, men det er likevel ikke signifikante forskjeller mellom drikkene. Leucinverdiene for VWP ( $342 \pm 53 \text{ nmol} \cdot \text{ml}^{-1}$  (gj.snitt  $\pm$  standardavvik)) kan føre til en ytterligere økning av muskelproteinsyntesen sammenlignet med de andre mysefraksjonene. Peakverdiene for leucin etter inntak av lettmelk ( $231 \pm 52 \text{ nmol} \cdot \text{ml}^{-1}$ ) var heller ikke langt under verdiene for rent myseprotein. Det ble heller ikke funnet noen forskjell på restitusjon mellom drikkene. Konklusjonen er at VWP blir absorbert raskere enn de andre drikkene og dette medfører høyere blodkonsentrasjon av leucin og forgrenede aminosyrer, men dette gir ingen observerbar forskjell i restitusjon sammenlignet med lettmelk. Det trengs større og lengre studier på drikkenes effekt på muskelproteinsyntesen.

Studien «Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise» av Tipton, Cree, Aarsland, Sanford og Wolfe ble publisert i American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism 2007 (26). Formålet med denne studien var å finne ut om aminosyreopptaket, som er representativt for netto muskelproteinbalanse, er påvirket av timingen for inntak av proteiner. Dette skulle en teste ved å la testdeltakerne innta en proteindrikk rett før eller 1 time etter en styrkeøvelse. Deltakerne var 17 friske unge kvinner og menn som ble delt inn i en pre-gruppe (8 stk) og en post-gruppe (9 stk). Deltakerne skulle ikke ha drevet regelmessig med styrketrening de siste fem årene, og måtte også gjennom grundige medisinske undersøkelser for å få delta. Styrkeøvelsen var benekstensjon, gjort med 8 repetisjoner i 10 serier. Øvelsen ble gjort på 80 % av 1RM, som var bestemt før testdagen. Proteindrikken var på 300 ml, med 20 gram myseproteiner.

En målte fenylalanin-konsentrasjonen i arterielt blod i låret, og så at den arterielle aminosyremengden økte med ca 50 % og ga en positiv proteinbalanse ved inntak både før og etter øvelsen (26). En tok også muskelbiopsier av vastus lateralis. Blodprøver ble tatt før og etter øvelsene, avhengig av testgruppen. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i aminosyreopptaket mellom pre-eller post-inntaket av drikken ( $60 \pm 17$  (pre) and  $63 \pm 15$  (post)). Dette studiet konkluderer derfor med at timingen av inntak av proteiner (før eller etter en økt) ikke har noe å si for netto muskelproteinbalanse.

Tang, Moore, Kujbida, Tarnopolsky og Phillips ga i 2009 ut studien «Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men» (27) i Journal of Applied Physiology. Studiens formål var å sammenligne den akutte responsen til muskelproteinsyntesen på både raskt og langsomt fordøyelige proteiner, ved hvile og etter en styrketreningsøvelse. Myse- og soyaprotein blir regnet som raskt fordøyelige proteiner, mens kasein blir regnet som langsomt

fordøyelig protein. Deltakerne som skulle rekrutteres skulle være friske menn i tjuårene som drev regelmessig med styrketrening (2-3 dager i uken) på hele kroppen. De ble informert om studien og eksperimentet og eventuelle risikoer, og skrev under en skriftlig erklæring på dette. Senest en uke før eksperimentet ble det bestemt 10RM for benpress og kne-ekstensjon som var øvelsene som skulle utføres med ett av bena. Det passive benet skulle fungere som et «kontrollben» for verdiene. De to siste dagene før eksperimentet måtte alle deltakere avstå fra bentrening og de fulgte en diett som var bestemt på forhånd, som imøtekom anbefalingene for inntak av protein (1,2 – 1,4 g/kg/dag) og energi. Alle deltakere fullførte.

Deltakerne møtte fastende på morgenen og gjennomførte 4 serier med 10 – 12 repetisjoner på de nevnte benøvelsene (27). De inntok deretter en drikk som inneholdt 10 gram EAA i form av enten myseprotein-hydrolysat, kasein eller soyaprotein-isolat. Muskelbiopsi av vastus lateralis ble tatt av begge ben etter treningsøkten var gjennomført. Blodprøver ble tatt før og etter økten, og etter inntak av drikken.

Alle proteintypene stimulerte EAA og leucin-konsentrasjonen, men myseproteinet markerte seg som det proteinet med størst innvirkning på muskelproteinsyntesen; leucinkonsentrasjonen målt i blod var ~73% større enn soyaprotein og ~200% større enn kasein en time etter inntak (27). Både soya – og myseprotein hadde større innvirkning på muskelproteinsyntesen enn kaseinprotein etter økten og i hvile. Kort oppsummert virker det som om myseprotein-hydrolysat stimulerer muskelproteinsyntesen i dette tidsrommet noe mer enn soyaprotein-isolat og signifikant mer kasein. Dette resultatet kan bety at type protein er viktig for restitusjon og muskelanabolismen hos unge menn, og dette kan relateres til leucin-innholdet til proteinet og hvor raskt dette tas opp i tarmen.

I 2004 ga Tipton, Elliot, Cree, Wolf, Sanford og Wolfe ut sin forskningsartikkel «Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise» (28). Den ble publisert i *Medicine & Science in Sports & Exercise* med det formål å bestemme den anabole muskelresponsen av styrketrening og ernæring, som er viktig for vektløftere og andre som kan dra nytte av økt muskelmasse. Denne studien måler den akutte responsen på muskelproteinsyntesen etter inntak av myseprotein og kasein i form av intakte proteiner; ikke som brutt ned til aminosyrer. Deltakerne som ble rekruttert til studien var friske unge menn og damer som ikke hadde fulgt noe fast styrketreningsregime de siste fem årene. Før de kunne delta på studien måtte de gjennom en grundig helsesjekk hvor vitale tegn som blodtrykk og puls ble tatt. Blodprøver, urinprøver og screening for både hepatitt, HIV og andre sykdommer ble gjennomført. De tok også en EKG for å utelukke eventuelle hjerteproblemer. Deltakerne ble tilfeldig plassert i tre grupper, fordelt med 7 stk på placebo (PL), 7 stk på kasein (CS) og 7 stk på myseprotein (WH).

Deltakerne skulle innta en drikk en time etter en styrketreningsøvelse på ben (28). Denne styrkeøvelsen var 1RM leg-ekstensjon, som hadde blitt bestemt fem dager før testdagen. Drikken de inntok inneholdt enten placebo, 20 gram kasein eller 20 gram myseprotein. Videre inneholdt kaseindrikken 1,7 g leucin og 0,9 g fenylalanin, og myseproteindrikken inneholdt 2,3 g leucin og 0,6 g fenylalanin. Leucin og fenylalanin ble målt i blodprøver før og flere ganger etter øvelsen for å få et bilde av muskelproteinbalansen i benet, og det ble også tatt muskelbiopsier fra vastus lateralis.

Resultatene fra studien viste at begge proteinene resulterte i forhøyet og positiv aminosyrekonsentrasjon, men at de hadde et forskjellig mønster i forhold til opptak i tarmen (28). Den høyeste leucinkonsentrasjonen over tid var større for myseprotein (347 +/- 50 nmol·min<sup>-1</sup>·100 mL<sup>-1</sup> leg) enn for kasein (133 +/- 45 nmol·min<sup>-1</sup>·100 mL<sup>-1</sup> leg), mens fenylalanin-balansen var lik for begge. Begge proteiner ga et større fenylalaninopptak etter styrkeøvelsen enn placebodrikken (PL -5 +/- 15 mg, CS 84 +/- 10 mg, WH 62 +/- 18 mg). I forhold til aminosyreoopptak i forhold til inntak via drikk var dette svært likt mellom

myseprotein og kasein (ca 10-15 %). Det konkluderes derfor med at både myseprotein og kasein gir omtrent lik respons på muskelproteinbalansen, selv om de følger ulike mønstre for aminosyreopptak.

Elliot, Tipton, Cree, Wolfe og Sanford har også gitt ut artikkelen «Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise» i 2006 (29). Artikkelen ble publisert i *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Denne studien hadde som formål å finne responsen av inntak av tre typer melk på netto muskelproteinbalanse etter en styrketreningsøvelse. Hypotesen var at inntak av melk skulle gi proteinbalanse, og ved å måle opptaket av aminosyrene fenylalanin og treonin kunne en kartlegge om dette stemte.

24 friske unge menn og kvinner ble rekruttert til studien med det kravet at de ikke skulle ha fulgt et fast styrketreningsregime de siste fem årene (29). Før de kunne delta på studien måtte de også gjennom en grundig helsesjekk hvor vitale tegn som blodtrykk og puls ble tatt. Blodprøver, urinprøver og screening for både hepatitt, HIV og andre sykdommer ble gjennomført. De tok også en EKG for å utelukke eventuelle hjerteproblemer. Deltakerne ble tilfeldig fordelt på tre grupper; 8 stk på fettfri melk (FM), 8 stk på helmelk (WM) og 8 stk på en fettfri melk (IM) med like mange kalorier som WM. Testdeltakerne skulle innta den drikken de hadde fått tildelt en time etter 10 serier med åtte repetisjoner av en kne-ekstensjonsøvelse. 1RM for øvelsen var bestemt for den enkelte på forhånd. Blodprøver og muskelbiopsi av vastus lateralis ble tatt både før og etter øvelsen for å bestemme responsen på proteinbalansen.

Resultatene av eksperimentet var at både treonin og fenylalanin-konsentrasjonen var i balanse etter inntaket av melk (29). Treoninopptaket var 2,8 ganger større for helmelk enn fettfri melk, og opptaket av fenylalanin var 80 og 85 % større for helmelk og isokalorisk melk enn for fettfri melk, men dette var ikke av signifikant betydning. Helmelk så ut til å gi størst opptak i forhold til de andre, men den signifikante betydningen diskuteres. Det konkluderes likevel med at melk, og da særlig helmelk, kan være bra å innta etter trening for å fremme muskelrestitusjon og positiv muskelproteinbalanse.

Studien «Metabolic responses to high protein diet in Korean elite bodybuilders with high-intensity resistance exercise» av Kim, Lee og Choue ble publisert i 2011 i *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2011 (30). Formålet med denne studien var å undersøke metabolsk respons på et høyt proteininntak blant elite-kroppsbyggere. 8 koreanske kroppsbyggere i alderen 18-25 år ble rekruttert til studien. Dette var styrkeutøvere som trente mer enn 4 ganger i uken og hadde trente for konkurranse, og vunnet en rekke nasjonale bodybuilding mesterskap de to siste årene. Eksklusjonskriterier i studien var at ingen brukte anabole steroider eller andre legemidler som kan påvirke den metabolske syre-base-balansen. Personer med akutt infeksjonssykdom, leversykdom, nyresykdom, eller hjertesykdom ble også ekskludert. Studien var basert på en cross-over design med relativt liten utvalgsstørrelse, 8 stk.

Før studien startet måtte alle gjennom 3 dager med bokføring av matinntak og inntak av kosttilskudd. Måling av kroppsvekt, fettmasse og fettfri masse ble gjort etter 8 timer med faste med en bioimpedansmåler (30). Blodprøver ble tatt etter 12 timers faste og urininnnsamling over en 24 timers periode. Urinen ble analysert for mengde kalium, kalsium, urin-urea nitrogen (UUN), natrium og fosfor.

Deltakerne hadde et gjennomsnittlig inntak av protein på 4.3 g per kg kroppsvekt per dag (30). Dette tilsvarer 30% av deres normale kaloriinntak, nesten 5 ganger så mye som anbefalt. Proteininntak fra mat var  $3.1 \pm 1.5$  g og  $1.2 \pm 0.8$  inntatt av kosttilskudd, totalt  $4.3 \pm 1.2$  g protein per kg kroppsvekt per dag. Totalt protein inntak var gjennomsnittlig:  $293.8 \pm 137.0$  g fra mat og  $112.2 \pm 70.3$  g fra kosttilskudd - totalt  $406 \pm 101.1$  g protein per dag.

Kalium, kalsium, urin-urea nitrogen og kreatinin ble observert å være høyere enn det normale referanseområdet. Utskillelsen av kalsium og fosfor var på den øvre grensen av referanseområdet. Den store utskillelsen av UUN viste at kroppsbyggerne var i positiv nitrogenbalanse. Det er enda ikke fastsatt en mengde med protein som er garantert å fungere for kroppsbyggere, men en mengde fra 0.8 – 1.8 g per kg kroppsvekt per dag er foreslått. En økt proteinmetabolisme sammen med høyintensitetstrening kan indikere at kroppsbyggers proteinmetabolisme har en høyere frekvens enn de som trener mindre.

Det konkluderes med at et for høyt inntak av proteiner kan virke negativt på helsen på grunn av metabolske endringer (30). Det ble antydnet at styrketrening med tilstrekkelig mineraltilskudd som kalium og kalsium, kunne redusere eller motvirke de negative effektene av protein-genererte metabolske forandringer. Videre forskning må til for å finne sammenhengen mellom intensiteten av trening og mengden mineraler en bør innta, spesielt kalium og kalsium, ved denne type idrett og stort proteininntak.

## 4.0 DISKUSJON

Basert på vårt utvalg av teori og forskning vil vi her diskutere type protein, mengde protein og timing for inntak av protein i forhold til muskelvekst ved maksimal styrketrening.

### 4.1 Hvilken type protein er optimal for muskelvekst?

I et samfunn hvor det virker å være en trend å innta proteintilskudd kan det være forvirrende å orientere seg for å finne hva som faktisk er riktig for optimal muskelvekst ved maksimal styrketrening. Må en ha tilskudd i det hele tatt, eller får en i seg den eller de optimale proteintypene gjennom kostholdet? Det er forsket mye særlig på virkningen av melkeproteinene kasein og myse, og aminosyren leucin (5, 25, 27, 28, 29). Samtidig har soyaprotein også blitt dratt fram som et mulig gunstig protein for muskelvekst (27). Om en skal fokusere på en eller flere bestemte proteintyper, lønner det seg først og fremst å ha kunnskap om PDCAAS og sammensetningen av EAA, innhold av BCAA ved samtlige proteiner og kilder til disse i kostholdet. Det finnes såpass mange proteiner at en bør ha god kunnskap om de ulike proteinenes funksjon i kroppen – et protein fungerer ikke nødvendigvis stimulerende på muskelvekst (5).

Børsheim et. al ønsket i 2002 å se om aminosyresammensetningen av EAA og NEAA hadde noe å si for muskelproteinsyntesen i forhold til om det lønnet seg å blande disse, eller om en kun skulle innta EAA alene (24). Det viste seg i dette studiet at NEAA ikke hadde noe å si for stimulering av muskelproteinsyntesen, og at EAA alene var nok for stimulering. Det virket å være en doseavhengig effekt av EAA på muskelproteinsyntesen.

Laahne sammenlignet fire typer myseproteiner med lettmelk og hvilken virkning de hadde på restitusjon av muskelfunksjon (25). Samtlige drikker ga stigning i aminosyrekonsentrasjonen i blodet, og selv om lettmelk var den drikkene som ga den laveste stigningen, var det ikke noen signifikant forskjell mellom drikkene. Den største forskjellen en fant i denne studien var at nativt myseprotein ble absorbert raskere og derfor gav en raskere aminosyrestigning og konsentrasjon av BCAA som leucin. En kan muligens forklare dette ut ifra at lettmelk som tidligere nevnt består av 80 % kasein og 20 % myseprotein; og kasein er den delen av melken som fordøyes tregere enn mysedelen (10).

Med tanke på restitusjon av muskelfunksjon fant en her heller ingen signifikant forskjell mellom drikkene (25). Selv om lettmelk ble absorbert tregere, kan dette likevel gi en god effekt på muskelrestitusjon, da aminosyrene blir fordelt over et lengre tidsrom enn nativt myseprotein som virker på den akutte proteinnedbrytningen i muskelen etter fysisk aktivitet. Dersom blodprøvene hadde blitt tatt for eksempel fire timer etter treningen, altså lengre enn 126 min etter inntak av drikkene, kan det tenkes at en hadde fått et bedre bilde på virkningen på restitusjonen av muskelfunksjonen, og da særlig med tanke på kaseins virkning. Tang et. al forklarer grunnen til at myseprotein tas opp raskere enn kasein, er at myse er syreløselig, mens kasein er tyngre fordøyelig på grunn av sin fastere form (27). Det kan videre virke som om myse og soya, som begge kalles «raske proteiner» i studien til Tang et.al, og kasein, som kalles «tregt protein», har to forskjellige oppgaver når det kommer til muskelbygging og restitusjon (27). Soya og myse er begge proteiner med en PDCAAS på 1.0 som tas raskt opp i kroppen. De virker å ha en akutt virkning på den muskelskaden og proteinnedbrytningen som oppstår ved fysisk aktivitet, og aminosyrekonsentrasjonen i blodet stiger raskt ved inntak av disse proteinene i form av hydrolysat og isolat (25, 27, 28).

Kasein har som nevnt evnen til å frigjøre aminosyrer over et lengre tidsrom siden det fordøyes tregere, og Tang et. al viser også til denne egenskapen til kasein og at de burde muligens ha tatt prøver ved et senere tidsrom for å kartlegge kaseins aminosyrefrigjøring til blodet og effekten på muskelrestitusjon (27). Grunnen til at Tang et. al tenkte dette, var at de så i tidligere studier at leucininnholdet totalt i kroppen hadde vært høyere enn ved inntak av de andre proteinene. De hadde også sett at kasein hadde en hemmende virkning på

proteinbrytning. Tipton et. al sin studie fra 2004 kom fram til at myseprotein og kasein hadde omtrent lik stimulering av muskelproteinsyntesen, men fulgte forskjellige mønstre for opptak (28). De fant også at myseprotein oksiderte mer leucin enn kasein, som en del av forklaringen på denne forskjellen.

Tang et al mener at det ikke er noen forskjell i om proteinet er i form av hydrolysat eller isolat, da begge tas opp raskt (27). Dette kan diskuteres, da proteinene kan bli mindre effektive på grunn av behandlingsprosessen fra produkt til rent isolat eller hydrolysat (10). Det kan være mer hensiktsmessig å se om en matvare, for eksempel melk, kunne hatt en like god, eller bedre, virkning på muskelproteinsyntesen. Her kan vi igjen se på Laahnes masteroppgave hvor han sammenlignet et rent melkeprodukt med prosesserte proteinprodukter; her fant han en forskjell på opptakshastigheten, men konkluderte med at denne forskjellen ikke var signifikant (25). Tipton et. al sin studie fra 2006 sammenlignet tre melkeprodukter for å se deres virkning på muskelproteinsyntesen (29). De hadde lagt merke til at det ikke hadde blitt gjort mye forskning på virkningen som faktiske matprodukter har på muskelrestitusjon, og valgte derfor å forske på melks virkning. De baserte seg også på at sammensetningen av proteiner med fett og karbohydrater i en matvare kunne gi et bedre opptak i kroppen. Tipton et. al så at økningen av insulin og EAA i blodet kunne ha en todelt virkning; økt stimulering av muskelproteinsyntesen, og en hemmende virkning på proteinbrytningen. Det ble ikke funnet noen signifikant betydning mellom melkeproduktene, men det kunne virke som om helmelk var bra å innta etter trening for å fremme muskelrestitusjon og positiv muskelproteinbalanse, muligens på grunn av høyere innhold fett (29).

Soyaproteiner viste seg å være noe mindre effektivt enn myseprotein i Tang et.al sin studie, men dette kan likevel være et godt alternativ dersom en ikke inntar animalske proteinkilder som veganere og de som er allergisk mot melkeproteiner (9, 10, 27). Det har, i likhet med myseprotein en PDCAAS på 1.0 og tas raskt opp i kroppen og virker stimulerende på muskelproteinsyntesen. Leucininnholdet er noe mindre enn myseprotein, men det kan likevel kalles et protein med høyt leucininnhold.

Det som er viktig å tenke på her, er at dersom en inntar melk, soyaprodukter eller andre matvarer som er gode kilder til proteiner med EAA og BCAA, er at en i tillegg får i seg næring som karbohydrater, fett og vitaminer (1, 5, 7). Karbohydrater er viktig å innta etter en treningsøkt, og det burde vært minst like viktig å fokusere på som viktigheten ved å få i seg proteiner når en trener (5, 7). Proteintilskudd som er brukt i de fleste studiene, kan også være forurensede med ulovlige stoffer som anabole steroider, som kan være i såpass stor dose at de vises på en dopingtest (5, 16, 17). Dette kan da føre til at utøveren blir utestengt fra konkurranser og treningssentre. Det virker desto mer logisk å ikke fokusere på inntak av proteintilskudd og heller fokusere på hvilke matvarer som kan gi tilstrekkelig med proteiner i et normalt kosthold. Dette har vi forsøkt å fremstille i tabellene 1 og 2, med «normale» matvarer som ikke krever mye å verken handle eller tilberede, se Tabell 1 (33).

Dersom en skulle argumentert for bruk av proteintilskudd, kan det refereres til de som driver med vektløfting profesjonelt; ved forberedelse til konkurranse, er det mange som vil ned i fettprosent uten å miste muskelmasse. Da er det fokus på å øke inntak av proteiner og redusere inntak av fett (5, 7, 20). Da kan det muligens være lettere å ta en proteinshake innimellom for å bidra til proteininntaket, da proteinrik mat er mektig og kan redusere appetitten.

For å konkludere, kan det ved første øyekast virke som om myseprotein er det beste å innta for å få en optimal virkning på muskelvekst ved maksimal styrketrening (25, 27, 28). Men kasein og soyaproteiner er også bevist å ha effekt på muskelproteinsyntesen, og bør absolutt ikke avskrives. Siden melk inneholder både kasein og myseprotein får en to virkninger av de to som sammen sørger for muskelvekst; stimulering av hastigheten til

muskelproteinsyntesen, og en hemmende virkning på hastigheten til proteinnedbrytningen (20, 25, 28, 29). Ikke minst er melk en god kilde til BCAA leucin. Soyaproteiner, et vegetabilsk protein, er et godt alternativ til de animalske proteinene til for eksempel de med melkeproteinallergi eller veganere (5, 9, 10). Det ser også ut som at det er viktig med tilstrekkelig innhold av EAA, og dette bør videre inkludere BCAA som leucin dersom en ønsker optimal stimulering av muskelvekst (5,7, 24).

#### 4.1.1 Kildekritikk

Samtlige studiers resultater kunne vært mer reliable dersom det hadde vært med flere forsøkspersoner. Det var også et kort tidsrom per drikk; 1 uke per drikk, eller kun en gang per drikk (24, 25, 27, 28, 29). En kan ikke utelukke at en kunne fått en annen konklusjon ved en større gruppe testpersoner og et lengre tidsrom. Kan det ha noe å si dersom forsøkspersonene hadde inntatt proteinkildene i form av en bar i stedet? Det er også kun brukt benøvelser hos samtlige studier, og det kunne vært verdt å se studiene gjentatt med et helkroppsprogram med muskelbiopsier fra flere steder på kroppen. Noen av testpersonene trente regelmessig styrke, mens andre ikke gjorde det på grunn av at dette var et eksklusjonskriterie. Vi skulle gjerne sett flere studier som brukte forsøkspersoner som trente regelmessig styrke. Vi syntes også at det var noe spesielt av Tang et. al å bestemme en 10 RM for benøvelsene, og ikke 1RM som de andre studiene har valgt (27).

Laahnes studie er en masteroppgave som vi, til tross for usikker reliabilitet, valgte å ta med i denne oppgaven. Vi vet ingenting om karakter på oppgaven eller annet, men syntes likevel det virket som en god oppgave med resultater vi ønsket for denne diskusjonen. Samtlige studier av Tipton et. al har benyttet seg av samme mal for framgangsmåte med noen ulike formål (24, 28, 29). Det kan være en svakhet å ha presentert forskning fra de samme forskerne tre ganger i oppgaven, men studiene var relevante for vår besvarelse av problemstillingen.

#### 4.2 Timing for inntak av proteiner

Det foregår en diskusjon i dag om det lønner seg å innta proteiner før, under eller etter trening (5). Vi syntes dette var interessant i forhold til problemstillingen; når en først har bestemt hvilken mengde og type som er optimal, hvorfor ikke se om tidspunktet har noe å si også? Garthe og Helle henviser til eldre studier hvor det er forsket på om inntak av EAA rett før eller rett etter en styrketreningsøkt har noe betydning for muskelproteinsyntesen, men dette har senere blitt bevist å ikke ha noen betydning, blant annet av en av våre utvalgte studier (5). Tipton et al. kom i 2007 med en studie som var designet for å undersøke stimulering av muskelproteinbalansen ved inntak av myseprotein før og etter styrketrening (26). Det ble observert en anabol respons ved inntak av 20g myseproteiner uansett om de ble inntatt rett før eller 1 time etter styrketrening, og ingen signifikante forskjeller ble oppdaget mellom tidspunktene. En annen tolkning av studiens resultater er at enkelte personer kan være mer mottakelig enn andre. Disse personene vil for eksempel ved inntak av myseproteiner før trening ha mer tilvekst av muskelproteiner (26). Dette studiedesignet tillater ikke en direkte sammenligning for ett individ, så det er interessant at fire av åtte deltakere hadde et større opptak ved inntak før økten, enn noen hadde ved inntak etter.

Børsheim et. al gjennomførte en studie der de undersøkte om EAA og NEAA stimulerer muskelproteinsyntesen ved inntak 1 og 2 timer etter en styrketreningsøkt (24). Det ble konsumert 2 forskjellige drikker på 2 forskjellige tidspunkt etter trening. En drikk inneholdt 6 g EAA og den andre drikken inneholdt 3 g EAA og 3 g NEAA. Mens det tidligere hadde vært anbefalt store mengder av protein etter styrketrening for å stimulere muskelproteinsyntesen, kunne denne studien fastslå at kun en liten mengde, 6 g, EAA sammen med 35 g karbohydrater etter styrketreningen effektivt kunne stimulere muskelproteinsyntesen (24).

Responsen var lik ved begge tidspunkt for inntak, og det er mulig den kan knyttes til karbohydratinholdet. Likheten av respons på begge inntakene tyder på at det er liten effekt av det nøyaktige tidspunktet for inntak av proteiner rett etter en styrketreningsøkt (24).

Selv om det ikke ser ut til å være noe effekt på timingen av proteininntak i nær tilknytning til styrketrening, ser det likevel ut som det er en doseavhengig effekt av EAA og karbohydrater for muskelproteinsyntesen og restitusjonsprosesser, som er 6 g EAA og 35 g karbohydrater etter en intensiv treningsøkt (5, 24). Næringsinntak er nødvendig for å oppnå en positiv muskelproteinbalanse, men tidspunktet for når næring blir inntatt ser ikke ut til å ha en betydning. Det kan imidlertid være en fordel for de som trener mye å ha et inntak like etter at treningsøkten er ferdig (5). Årsaken er at muskelproteinsyntesen tidlig kan stimuleres, og restitusjonsprosessen kan derfor muligens gå noe raskere. Selv om det kan se ut som at EAA alene kan stimulere muskelproteinsyntesen etter styrketrening, er det allikevel viktig med inntak av karbohydrater sammen med protein for å re-fylle glykogenlagrene og for å sette i gang restitusjonsprosessen (24, 5). Vi ser derav at timingen er lite relevant for problemstillingen, men er likevel verdt å merke seg med tanke på inntak karbohydrater etter en treningsøkt.

#### 4.2.1 Kildekritikk

Fremtidige studier bør undersøke responsen på proteininntak ved andre tidspunkter, som for eksempel 30 minutter før treningen. Videre burde de være større og inneholde flere forsøkspersoner, og foregå over et lengre tidsrom (24,26).

#### 4.3 Proteinbehov ved styrketrening

Til slutt har vi spørsmålet om hvilken mengde proteiner trenger en å innta daglig når en driver med maksimal styrketrening. Mange tror som nevnt tidligere i oppgaven at vi trenger å spise ekstremt mye protein når vi bygger muskelmasse (5). Det er i dag godt dokumentert at idrettsutøvere får nok protein gjennom et normalt godt kosthold, til tross for dette er det mange som inntar betydelig større mengder protein enn det som er anbefalt og nødvendig (1, 5). Det er rapportert om kroppsbyggere med et kosthold der hele 40% av det totale energiinntaket kommer fra protein, noe som utgjør et inntak på hele 3-4 g protein per kg kroppsvekt per dag (5, 14).

Tre av studiene vi har henvist til viser til en anbefaling fra 1,2 til 2,0 g protein per kg kroppsvekt daglig (25, 29, 30). Det virker altså ikke å være en kollektiv enighet om nedre og øvre grense, og Garthe & Helle og Raastad mener at en bør innta opp til 2.0 g per kg daglig dersom en trener 20 timer i uka (5, 20). Dette er Laahne også enig i, og henviser til Raastad når han nevner den høyeste anbefalingen for protein for idrettsutøvere, som da er på 2 g per kg kroppsvekt daglig (20, 25). Anbefalingen på 1,2 – 1,4 g protein per kg daglig, som Tang et. al baserte studien sin på, kunne nok i hvert fall blitt justert opp til 1,4 g protein hos vektløftere som ønsker optimale forhold for muskelbygging (5, 27). Dette for å sikre seg tilstrekkelig med proteiner i løpet av en dag. Garthe & Helle og Raastad mener at en idrettsutøver bør innta 1,4 – 1,8 gram per kg per dag (5,20). Det kan være en mulighet for at de som var med i studien til Tang et. al hadde inntatt i underkant av dette, noe som kunne gitt andre resultater. Proteinbehovet er avhengig av hvilken idrett en utøver, og hvor mye energi en forbruker i løpet av en dag (5). Det er også avhengig av målet med treningen; en vektløfter som ønsker muskelvekst og vektnedgang samtidig, noe en ofte gjør i forbindelse med konkurranser, kan det være hensiktsmessig å øke proteininntaket til 1,8 – 2,0 g proteiner per kg daglig (5, 20).



Den øvre grensen virker å være satt på 2 g protein per kg per dag, da det overskytende brukes som energi, brytes ned og skilles ut gjennom svette, avføring og urin, eller omdannes til fettmasse (5, 7, 25). Det er derfor vi kan si at utøvere som bruker mye penger på proteintilskudd, har «ekstremt dyr urin».

I studien Kim et. al gjorde i 2011 testet de med vilje hvordan kroppen til åtte koreanske kroppsbyggere reagerte på dette (30). Kroppsbyggerne inntok hele 4,3 g protein per kg på en dag, og den metabolske responsen var mest sannsynlig forårsaket av det høye proteininntaket (30). Responsen var at kroppen skilte ut mye kalium, kalsium, natrium, nitrogen, kreatinin og fosfor gjennom urinen; et tegn på blant annet positiv nitrogenbalanse. Studien konkluderer med at dette kan være skadelig i lengden, og at dersom en inntar så mye proteiner, bør en også ta mineraler som kosttilskudd, for eksempel kalium og kalsium, for å erstatte tapet gjennom urinen (30). Det mistenkes også at kroppen bruker mye væske på å «skylle» ut det overskytende proteinet, og at en da mister flere viktige mineraler som de ovennevnte gjennom urinen (19). Ikke minst fryktes det at dette over tid kan føre til nyreskade og annet på grunn av den belastningen det medfører for nyrene å skille ut så mye syre, altså proteiner, over lengre tid (19, 30). Det er imidlertid ikke bevist at unge har fått skader av dette, men dette kan bli interessant å se i tiden framover, når de som har inntatt store mengder proteiner over lengre tid, blir eldre (7, 30).

Kort oppsummert kan det virke å være hensiktsmessig å innta fra 1,4 til 2,0 g protein per kg kroppsvekt daglig for å oppnå optimale forhold for muskelvekst og muskelrestitusjon. Grunnen til at vi ønsket å oppjustere tallet 1,2 til 1,4 g, som var anbefalingen en gikk ut ifra i Tang et. als studie, er en tanke om at det er bedre med litt for mye enn for lite proteiner i denne sammenhengen. Dette er uansett ikke en for stor proteindose, slik som det kan bli når en inntar over 2,0 g proteiner per kg daglig, da kroppen skiller dette ut og en kan få uønskede langtidseffekter.

#### 4.3.1 Kildekritikk

Det hadde vært interessant å se flere longitudinelle studier som for eksempel fulgte idrettsutøvere som konsekvent inntok for mye proteiner over lengre tid, for å se om dette har de skadelige konsekvensene en frykter. De studiene vi har redegjort for har vært korttidsstudier med få testpersoner, og menn har vært overrepresentert i alle studiene. En grunn til dette kan være fordi det er flere menn enn kvinner som utøver maksimal styrketrening, men det burde like fullt bli forsket mer på for begge kjønn.

## 5.0 KONKLUSJON

Basert på den teorien og forskningen vi har tatt for oss i denne oppgaven, har vi kommet fram til at 1,4 – 2,0 g protein per kg kroppsvekt daglig kan være den optimale proteinmengden for en som driver med maksimal styrketrening. Dette er avhengig av hvor mange timer i uken utøveren trener, og en kan også finne individuelle forskjeller.

Med tanke på type protein ser det ut til at myseprotein er det proteinet som har den optimale påvirkningen av muskelvekst for de som bedriver maksimal styrketrening. Vi mener at det kan være best å innta dette som melk eller andre matvarer og ikke som tilskudd, da mat inneholder mer næringsstoffer enn hva et tilskudd gjør.

Det kan virke som om timing har lite å si for stimulering av muskelproteinsyntesen, men det kan virke hensiktsmessig å innta et måltid sammensatt av proteiner og karbohydrater etter en treningsøkt for å starte restitusjonsprosessen.

Det er behov for mer omfattende og longitudinell forskning på området dersom en skal fastsette en bestemt mengde og type proteiner som er optimal for muskelvekst ved maksimal styrketrening. Det burde bli forsket i lik grad på menn og kvinner for å avdekke om det kan være kjønnsrelaterte forskjeller med tanke på proteinbehov – og type.

## REFERANSELISTE

1. Pedersen J.I, Müller H, Hjartåker A & Anderssen, S.A (2009): *Grunnleggende ernæringslære*. Gyldendal Akademisk; Oslo.
2. Sand O, Sjaastad Ø.V, Haug E & Bjålie J.G (2006): *Menneskekroppen*. Gyldendal Akademisk; Oslo.
3. Kierulf, P (2015): *Proteiner*. Tilgjengelig på: <https://sml.snl.no/proteiner>. Lastet ned den 13.04.15.
4. Aabakken, L (2014): *Fordøyelse*. Tilgjengelig på: <https://sml.snl.no/ford%C3%B8yelse>. Lastet ned den 19.04.15.
5. Garthe, I & Helle, C (2011): *Idrettsernæring*. Gyldendal Undervisning; Oslo.
6. Helsedirektoratet (2012): *Kosthåndboken – veileder i ernæringsarbeid i helse – og omsorgstjenesten*. Helsedirektoratet; Oslo.
7. Tønnessen E & Garthe I (2012): *Betydningen av ernæring for muskelvekst*. Tilgjengelig på: <http://www.olympiatoppen.no/fagavdelinger/ernaring/Fagstoff/media3811.media>. Lastet ned den 19.04.15.
8. Montgomery, KS (2003): *Soy protein*. [Elektronisk artikkel]. J Perinat Educ. 12(3): 42–45. Tilgjengelig på: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.proxy.helsebiblioteket.no/pmc/articles/PMC1595159/>. Lastet ned den 04.05.15.
9. Astma – og allergiforbundet (2006): *Nyttig å vite om soyaallergi*. Tilgjengelig på: <http://www.naaf.no/no/allergi/Mat-og-matoverfølsomhet/Nyttig-a-vite-om-soyaallergi/>. Lastet ned den 04.05.15.
10. Hoffman J.R & Falvo M.J (2004): *Protein – which is best?* [Review-artikkel]. Journal of Sports Science and Medicine 3, 118-130. Tilgjengelig på: [http://www.hadassa.co.il/protein\\_-\\_which\\_is\\_best.pdf](http://www.hadassa.co.il/protein_-_which_is_best.pdf). Lastet ned den 04.05.15.
11. Examine.com (2015): *Leucine*. Tilgjengelig på: <http://examine.com/supplements/Leucine/>. Lastet ned den 06.05.15.
12. Helsedirektoratet (2014): *Anbefalinger om kosthold, ernæring og fysisk aktivitet*. Rapport IS-2170. Tilgjengelig på: <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/806/Anbefalinger-om-kosthold-ernering-og-fysisk-aktivitet-IS-2170.pdf>. Lastet ned den 22.04.15.
13. Schjøll A, Bjerck M, Jacobsen E & Ånestad S.E (2009): *The Nordic Market for Sports Nutrition Products – a market analysis using Norway as cause*. Nordic council of ministers, Norden; København.
14. Myrvoll, R.J (2006): *Kostholdet til mannlige idrettsutøvere i Troms som driver med styrketrening: Er inntaket av karbohydrat, protein og fett i forhold til anbefalingene?* Tilgjengelig på: <http://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/3755/thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Lastet ned den 05.05.15.
15. Økern K (2015): *Helseglede*. [Livsstilsblogg]. Tilgjengelig på: <http://dedication.blogg.no/>. Lastet ned den 20.04.15.
16. Mattilsynet (2008): *Kosttilskudd kan inneholde ulovlige og helsefarlige stoffer (rapport)* i Garthe, I & Helle, C (2011): *Idrettsernæring*. Gyldendal Undervisning; Oslo.
17. Geyer H, Parr M.K, Mareck U, Reinhart U, Schrader Y, Schänzer W(2004): *Analysis of non-hormonal nutritional Supplements for anabolic-androgenic steroids - results of an international study*. Int J Sports Med 2004; 25: 124-129 [elektronisk artikkel]. Tilgjengelig på:

[http://www.koelnerliste.com/fileadmin/user\\_upload/medien/pdf/ioc\\_studie\\_2004.pdf](http://www.koelnerliste.com/fileadmin/user_upload/medien/pdf/ioc_studie_2004.pdf). Lastet ned den 20.04.15.

18. Kvam, M (2014): *Proteinbehov og trening - omstridt, debattert og konkludert*. Tilgjengelig på: <http://nhi.no/trening/kostrad/kostrad-ved-trening/proteintilskudd-20712.html>. Lastet ned den 04.05.15.

19. Reddy S.T, Wang C-Y, Sakhae K, Brinkley L & Pak C.Y.C (2002): *Effect of low-carbohydrate high-protein diets on acid-base balance, stone-forming propensity, and calcium metabolism*. American journal of kidney diseases: The official journal of the National Kidney Foundation 40. 265-274 i Myrvoll, R.J (2006): *Kostholdet til mannlige idrettsutøvere i Troms som driver med styrketrening: Er inntaket av karbohydrat, protein og fett i forhold til anbefalingene?* Tilgjengelig på: <http://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/3755/thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Lastet ned den 05.05.15.

20. Raastad T, Paulsen G, Refsnes P.E, Rønnestad B.R, Wisnes A.R. (2010): *Styrketrening: I teori og praksis*. 1.utgave. Gyldendal Norsk Forlag.

21. Aubert, V (1985): *Det skjulte samfunn* i Dalland, O (2007): *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 4.utg. Gyldendal Akademisk; Oslo.

22. Dalland, O (2007): *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 4.utg. Gyldendal Akademisk; Oslo.

23. Magnus, P & Bakketeig, L. S (2000): *Prosjektarbeid i helsefagene*. Side 36-48. Gyldendal akademisk; Oslo.

24. Børsheim E, Tipton K.D, Wolf S.E, Wolfe R.R (2002): *Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise*. [Elektronisk artikkel]. American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism. Published October 2002. Tilgjengelig på <http://ajpendo.physiology.org/content/283/4/E648#abstract-1>. Lastet ned den 19.01.2015.

25. Laahne, J.A.L (2013): *Nativt myseprotein gir større og raskere økning av aminosyrer i blod enn behandlede mysefraksjoner og lettmeik, men ikke raskere restitusjon av muskelfunksjon*. [Masteroppgave]. Tilgjengelig på: <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/171884>. Lastet ned den 28.04.15.

26. Tipton, K.D, Elliot T.A, Cree M.G, Aarsland A.A, Sanford A.P & Wolfe R.R (2007): *Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise*. [Elektronisk artikkel]. American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism. Vol. 292 no. 1, E71-E76. Tilgjengelig på: <http://ajpendo.physiology.org/content/292/1/E71.long>. Lastet ned den 28.04.15.

27. Tang J.E, Moore D.R, Kujbida G.W, Tarnopolsky M.A & Phillips S.M (2009): *Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men*. [Elektronisk artikkel]. Journal of Applied Physiology Vol. 107 no. 3, 987-992. Tilgjengelig på: <http://jap.physiology.org/content/107/3/987>. Lastet ned den 30.04.15.

28. Tipton, K.D, Elliot T.A, Cree M.G, Wolf S.E, Sanford A.P & Wolfe R.R (2004): *Ingestion of Casein and Whey Proteins Result in Muscle Anabolism after Resistance Exercise*. [Elektronisk artikkel] Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 36, No. 12, pp. 2073-2081. Tilgjengelig på: <http://ovidsp.ovid.com.proxy.helsebiblioteket.no/sp-3.15.1b/ovidweb.cgi?WebLinkFrameset=1&S=ABGNPDHLBAHFAMONFNKKHBJHJHBEAA00&returnUrl=ovidweb.cgi%3f%26Full%2bText%3dL%257cS.sh.22.23%257c0%257c0005768-200412000-00012%26S%3dABGNPDHLBAHFAMONFNKKHBJHJHBEAA00&directlink=http%3a%2f%2fgraphics.uk.ovid.com%2fovftpdfs%2fPDHFFNJHBBONBA00%2ffs047%2fovft%2flike%2fgv031%2f00005768%2f00005768-200412000->

[00012.pdf&filename=Ingestion+of+Casein+and+Whey+Proteins+Result+in+Muscle+Anabolism+after+Resistance+Exercise.&pdf\\_key=PDHFFNJHHBONBA00&pdf\\_index=/fs047/ovft/live/gv031/00005768/00005768-200412000-00012](#). Lastet ned den 28.04.15.

29. Elliot T.A, Tipton K.D, Cree M.G, Wolfe R.R, Sanford A.P (2006): *Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise*. [Elektronisk artikkel] Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 38, No. 4, pp. 667–674. Tilgjengelig på: [http://ovidsp.uk.ovid.com.proxy.helsebiblioteket.no/sp-3.15.1b/ovidweb.cgi?WebLinkFrameset=1&S=BJFJPDJKKFHFAMDGFNKKADEGELKLA00&returnUrl=ovidweb.cgi%3f%26Full%2bText%3dL%257cS.sh.22.23%257c0%257c00005768-200604000-00009%26S%3dBJFJPDJKKFHFAMDGFNKKADEGELKLA00&directlink=http%3a%2f%2fgraphics.uk.ovid.com%2fovftpdfs%2fPDHFFNEGADDGKF00%2ffs046%2fovft%2flive%2fgv023%2f00005768%2f00005768-200604000-00009.pdf&filename=Milk+Ingestion+Stimulates+Net+Muscle+Protein+Synthesis+following+Resistance+Exercise.&pdf\\_key=PDHFFNEGADDGKF00&pdf\\_index=/fs046/ovft/live/gv023/00005768/00005768-200604000-00009](http://ovidsp.uk.ovid.com.proxy.helsebiblioteket.no/sp-3.15.1b/ovidweb.cgi?WebLinkFrameset=1&S=BJFJPDJKKFHFAMDGFNKKADEGELKLA00&returnUrl=ovidweb.cgi%3f%26Full%2bText%3dL%257cS.sh.22.23%257c0%257c00005768-200604000-00009%26S%3dBJFJPDJKKFHFAMDGFNKKADEGELKLA00&directlink=http%3a%2f%2fgraphics.uk.ovid.com%2fovftpdfs%2fPDHFFNEGADDGKF00%2ffs046%2fovft%2flive%2fgv023%2f00005768%2f00005768-200604000-00009.pdf&filename=Milk+Ingestion+Stimulates+Net+Muscle+Protein+Synthesis+following+Resistance+Exercise.&pdf_key=PDHFFNEGADDGKF00&pdf_index=/fs046/ovft/live/gv023/00005768/00005768-200604000-00009). Lastet ned den 28.04.15.

30. Kim H, Lee S & Choue R (2011): *Metabolic responses to high protein diet in Korean elite bodybuilders with high-intensity resistance exercise*. [Elektronisk artikkel]. Journal of the International Society of Sports Nutrition 8:10. Tilgjengelig på: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=f9f15967-05df-4797-8d3c-d134b4389c52%40sessionmgr115&hid=128>. Lastet ned den 06.05.15.

Øvrige referanser: Figurer og tabeller

31. Figur 1: Tilgjengelig på: <http://biology.drupalgardens.com/media-gallery/detail/16/31>. Lastet ned den 07.05.15.

32. Figur 2: Tilgjengelig på: <http://www.columbia.edu/itc/biology/chasin/lecture5/>. Lastet ned den 07.05.15.

33. Tabell 1 og 2: Tilgjengelig på: <https://www.kostholdsplanleggeren.no/>. Lastet ned den 07.05.15.