



Universitetet
i Stavanger

Myseproteinets effekt på restitusjon fra intensitetstrening: en litteraturstudie

Wheyprotein effect on recovery following exercise: a systematic review

Bacheloroppgave
IDR200-1

Adam Salkowski

Mai 2021

Sammendrag

I denne oppgaven ble det forsøkt å danne en systematisk oversikt over eksisterende studier av myseproteinets effekt på restitusjon. Som både idrettsstudent, utøver og trener selv er jeg opptatt av å forske på nye restitusjonstiltak.

Problemstilling: Hvilken effekt har myse protein på muskel restitusjon etter høy intensitets trening?

Metoden jeg brukte i for å besvare problemstilling i denne oppgaven var litteraturstudie. Et systematisk søkeprosess ble gjennomført, som førte til innsamling av 6 ulike artikler. Ved å lage et oversikt over, sammenlikne og vurdere resultater fra disse artiklene, kom jeg fram til konklusjon om at myseprotein påvirker restitusjonsprosessen i en grad, men foreløpige studier viser ikke til store effekter og det er derfor kroppens positive proteinbalanse som er av høyest relevans for akkumulering av restitusjonsprosesser.

Begrepsavklaringer

Signifikans – dette begrepet beskriver om en variabel er tilfeldig eller ikke

Database – organisert samling av data

Enzym – katalysator som framkaller eller skynder på kjemiske reaksjoner

Myokiner - proteiner som fungerer som signalbærere

Differensiering – atskillelse eller utskylling

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Begrepsavklaringer	3
Innledning	5
<i>Problemstilling</i>	5
Teori	6
<i>Styrketrening</i>	6
<i>Hypertrofi</i>	7
<i>Musklenes oppbygning og funksjon</i>	7
Skjelettmuskulatur	8
Muskelfibrer	8
<i>Energiomsetning</i>	10
Anaerobe prosesser	10
Aerobe prosesser	11
<i>Restitusjon</i>	11
<i>Prestasjonstester</i>	12
<i>Proteiner</i>	12
Proteinoppbygging og syntese.....	13
Proteinkvalitet.....	14
Proteinmetabolismen	15
Proteinbehovet	16
Metode	18
<i>Litteraturstudie som metode</i>	18
<i>Validitet og reliabilitet</i>	18
<i>Søkeprosessen</i>	18
Inklusjonskriterier	19
Eksklusjonskriterier	19
Resultat	21
<i>Artikkel 1</i>	21
<i>Artikkel 2</i>	22
<i>Artikkel 3</i>	23
<i>Artikkel 4</i>	24
<i>Artikkel 5</i>	25
<i>Artikkel 6</i>	26
Diskusjon	27
Konklusjon	28
Bibliografi	29

Innledning

Proteintilskudd markedsføres ofte med sin effekt på muskelstyrke og muskelvekst. slike tilskudd består som regel enten av rent protein eller sammensetning av proteiner og andre næringsstoffer som karbohydrat. Noen proteintilskudd som «whey» proteiner som på norsk kalles myseprotein, har et spesielt konsentrasjon av aminosyrer som kan muligens bidra med en bedret effekt på muskelvekst eller styrke økning (Raastad, et al., 2016, s. 69). Grunnlaget for at man tror at myseprotein kan bidra positivt kommer fra noen eldre studier gjennomført på dyr med alvorlige vevskader. Myseprotein har i dette tilfelle bidratt til at restitusjonsprosessen gikk raskere. Dette forklares av (Raastad, et al., 2016) med at det skyldes myseproteinets oppbygging som gjør at de blir enklere tatt opp i tarmen, og at myseprotein har i det tilfelle bidratt med en økt totalt protein opptak og ikke nødvendigvis et bedret funksjon. I følge (Smithers, 2008, s. 698) har myseprotein en unik proteinkvalitet som er til og med bedre enn protein fra egg og melk, som er regnet som matvarer med høyest proteinkvalitet (Raastad, et al., 2016, s. 62). I tillegg er myseprotein svært rike i mengder av essensielle aminosyrer samt de forgrene aminosyrene, sammenliknet med andre proteintyper. Disse faktorene gjør at myseprotein er svært etterlyst av kroppsbyggere og toppidrettsutøvere (Smithers, 2008, s. 698). Ved fysisk trening forårsaker skader på ulike vev og de strukturelle delene av skjelettmuskulaturen, noe som medfører at idrettsutøvere kan oppleve bivirkninger av trening i flere dager. Styrken i denne perioden vil være betydelig nedsatt. Dersom intensiteten på trening er høy nok, treningen er uvandt eller foregår i form av eksentrisk belastning vil muskulaturen påføres tydelige vevskader og medføre muskelømheter (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 567). For at idrettsutøvere skal kunne prestere på sitt høyeste, må disse prosessene minimaliseres. Det er mye som indikerer at myseprotein kan bidra positivt til disse prosessene. På bakgrunn av dette synes jeg det virker interessant å forske videre på myseproteinets effekt på restitusjon, og jeg har derfor utarbeidet følgende problemstilling.

Problemstilling

Problemstilling for denne oppgaven er: Hvilken effekt har myse protein på muskel restitusjon etter høy intensitets trening?

Teori

Styrketrening

Styrke er en betegnelse for muskelens evne til å utvikle kraft. Ved styrketrening spesialiseres muskelcellene mot et bedret evne til å utvikle kraft (Bahr , Hallen, & Medbø, 1991, s. 89), ved at mengden av de kontraktile proteiner i kroppen økes. På samme måte økes mengden av de oksidative enzymer ved utholdenhetstrening (Raastad, et al., 2016, s. 59). Kraft kan i følge (Bahr , Hallen, & Medbø, 1991, s. 89) defineres som «*evnen til å skape akselerasjon*». Styrketrening kan derfor defineres som «*all trening som er ment å utvikle eller vedlikeholde evnen til å skape størst mulig kraft (eller dreiemoment) ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet og type av muskelaktivering*» (Gjerset, Nilsson, Helge , & Enoksen, 2015, s. 369).

Muskelstyrke kan trenes på to ulike måter, enten ved en dynamisk eller statisk/isometrisk kraftutvikling. Dynamisk kraftutvikling eller dynamisk styrke omfatter den vanligste formen for muskelarbeid, der den arbeidende muskulaturen forkortes eller forlenges mens den utvikler kraft og skaper bevegelse i et eller flere ledd. Statisk/isometrisk kraftutvikling forekommer når musklene anspennes uten at det skjer bevegelse i ledd (Bahr , Hallen, & Medbø, 1991, s. 90). Når muskulaturen forkortes sier man at muskelen jobber konsentrisk (som en motor), muskelen trekker seg da sammen mens den utvikler kraft. Når muskelen strekkes ut ved kraftutvikling (jobber som en brems) er det en eksentrisk muskelarbeid. I tillegg kan muskel arbeidet skje isometrisk, dette skjer når kraften utviklet i muskelen tilsvarer den ytre motstanden og det foregår dermed ingen bevegelse (Gjerset, Nilsson, Helge , & Enoksen, 2015, s. 378).

Både dynamisk og statisk styrke kan videre deles i tre underkategorier, maksimal styrke, eksplosiv styrke og muskulær utholdenhet. Maksimal styrke er evnen muskelen eller muskelgruppen har til å utvikle størst mulig kraft, ved konsentrisk, eksentrisk eller isometrisk muskelaksjon (Gjerset, Nilsson, Helge , & Enoksen, 2015, s. 370). Eksplosiv styrke (også referert til som power) er muskelens evne til å skape stor kraft hurtig (Bahr , Hallen, & Medbø, 1991, s. 89) eller den største kraften en kan utvikle på svært kort tid (dersom det gjelder maksimal isometrisk muskelaksjon) (Gjerset, Nilsson, Helge , & Enoksen, 2015, s. 370). Den siste underkategorien «muskulær utholdenhet» holder ikke direkte under

styrkebegrepet, ettersom den er mer avhengig av muskulaturens evne til å omsette energi, enn styrke. Muskulær utholdenhet kan likevel testes og trenes både dynamisk og statisk (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 372). Med dynamisk muskulær utholdenhet refererer en til antall ganger en klarer å utføre muskelarbeid over en gitt motstand, eller hvor stor motstand en klarer å bevege mange ganger. Mens statisk muskulær utholdenhet dreier seg om hvor lenge en kan opprettholde en viss kraft (Bahr, Hallen, & Medbø, 1991, s. 93).

Hypertrofi

Hypertrofi er en betegnelse på muskel vekst. Hypertrofi fokusert trening karakteriseres med at musklene som trenes føres til total utmattelse. Trening for muskelvekst er spesielt egnet i idretter som kroppsbygging, men også i forberedelsesperioder i idretter hvor det er viktig å maksimere styrken (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen, & Giske, 2012, s. 94). Dette skyldes at muskelens størrelse har en direkte korrelasjon med den totale maksimale styrken (Schoenfeld, 2011, s. 60). Det er tre hovedfaktorer for stimulering av muskelhypertrofi, mekanisk stimuli, nedbrytning av muskelvev og metabolsk stress.

Mekanisk stimuli er antageligvis den viktigste faktoren for muskelhypertrofi. Denne stimuleringen er et resultat av velkombinert intensitet (motstand) og varighet av muskelarbeidet. Den andre viktige faktoren er hvorvidt man klarer å påføre muskelvevet skade, med andre ord bryte ned muskelvev. Stor nedbrytning av muskelvevet skaper en betennelsesdempende reaksjon som medfører produksjon av myokiner, som frigjør ulike vekstfaktorer i kroppen og regulerer spredning og differensiering av satellittceller. Den sistnevnte faktoren metabolsk stress oppstår når energifrigjøringen foregår anaerobt (uten oksygen), som medfører økning av ulike metabolitter i muskulaturen (Schoenfeld, 2011, s. 61)

Musklenes oppbygning og funksjon

Menneskekropp består av tre hovedtyper muskulatur, glattmuskulatur, hjertemuskulatur og skjelettmuskulatur. Alle disse muskel typene karakteriseres med at de omdanner kjemisk energi om til mekanisk energi. Hvordan disse musklene aktiveres er likevel forskjellig. Hjertemuskulatur og glattmuskulatur styres hovedsakelig av det autonome nervesystemet, det vil si at disse er ikke viljestyrte. Skjelettmuskulaturen styres derimot av det somatiske

nervesystemet, som betyr at de musklene kan styres med vilje (Schibye & Klausen, 2016, s. 173).

Skjelettmuskulatur

Det finnes omtrent 650 skjelettmuskler i menneskekroppen (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 376), muskelvev fra skjelettmuskulaturen utgjør omtrent 35-40% av kroppsvekten. Som navnet tilsier er skjelettmusklene koblet til skjelettet, og har som hovedoppgave å skape bevegelse og stabilitet i knoklene (Schibye & Klausen, 2016, s. 173). De ulike musklene er bygd opp av muskelceller og muskelvev. Muskelcellene kalles som regel for muskelfibrer, da de er lange og svært tynne (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen, & Giske, 2012, s. 83). Rundt hver muskelfiber er det bindevevsdrag (endomysium), hvor det ligger svært små blodårer (kapillærer) og nervefibrer som går til og fra muskelfibrer (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 376). Disse bindevevsdragene er samlet i flere muskelbunter/muskelfasikkel, med ulik antall muskelfibrer i hver av de. Disse muskelbuntene er omgitt av større bindevevsdrag (perimysium), rundt disseligger det igjen nerver og større blodårer. Til slutt er disse bindevevsdragene omgitt av en bindevevshinne også kalt muskelhinne (epimysium), som er også omgitt av et ekstra lag med bindevev (muskelfascie). Alt bindevev samles i muskelens ender til sener, som er festet på knoklene overflate slik at muskel sammentrekning medfører bevegelse av de ulike knoklene (Schibye & Klausen, 2016, s. 174).

Muskelfibrer

Som nevnt er muskelfibrer svært lange og tynne, lengden på disse fibre kan variere fra svært korte og opp til 20-45 cm i de lengste musklene. Tykkelsen på fibrer er som regel mindre enn 0,1mm i diameter, noe som avhenger hovedsakelig av treningstilstanden, fordi at fysisk aktivitet og spesielt styrketrening øker tykkelsen på muskelfibre (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen, & Giske, 2012, s. 83). Selve muskelfiber er omgitt av en cellemembran sarcolemma som inneholder kollagentråder, disse trådene er bundet med bindevevsdraget endomysium. Sarcolemma er derfor ett mekanisk mellomledd mellom muskelfibrer og sener. I tilknytning til sarcolemma finnes det satellittceller, som regenererer muskelfibrer og kan muligens bidra til dannelse av nye muskelfibrer (Schibye & Klausen, 2016, s. 175). Innenfor sarcolemma ligger cytoplasma, som er en væske med oppløste salter

og organiske stoffer (Schibye & Klausen, 2016, s. 175) som fett, glykogen (som ved nedbrytning, gir energi til muskelarbeid) og myoglobin (protein som lagrer oksygen i muskelfiberen) (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 376). Under sarcolemma finnes det mange tusen cellekjerner i hvert muskelfiber, disse sikrer at syntese av protein kan skje over hele muskelfibernes lengde (Schibye & Klausen, 2016, s. 275). I tillegg til cellekjerner finnes også mitokondrier som blir beskrevet av (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen, & Giske, 2012, s. 315) som cellenes viktigste «kraftstasjon». Mengden av mitokondrier avhenger av fiberstørrelse, fibertype og fiberens treningstilstand (Schibye & Klausen, 2016, s. 175).

Meste parten av muskelfibernes indrestruktur består av hundrevis, av langsgående proteinstrukturer myofibriller. Myofibriller består av tykke og tynne proteintråder (myofilamenter). De to ulike sammentrekningsmolekylene som utgjør myofilamenter, er proteiner aktin og myosin (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen, & Giske, 2012, s. 315). Myosin proteiner er de tykke proteintrådene, mens de tynne består av aktin samt to andre proteiner troponin og tropomyosin (Schibye & Klausen, 2016, s. 175). Aktin og myosin kalles også for kontraktile filamenter, eller kontraktile proteiner. Hver myosinfilament omgis av seks aktinfilamenter. Myosinfilamentene inneholder mange myosinhoder, som likner på små hender. Disse kan strekkes ut og binde seg til aktinfilamentene og drar disse nærmere, slipper taket, strekker seg mot aktinet igjen og trekker det til seg videre. Denne aksjonen styres av elektriske impulser fra nervesystemet, og det er slik en muskelkontraksjon/sammentrekning skjer (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen, & Giske, 2012, s. 318).

Muskelsammentrekning er en energikrevende prosess og for at myosinfilamentene skal kunne binde og trekke til seg aktin kreves et energirikt stoff adenosintrifosfat (ATP). ATP er bundet til myosinhodene, før koblingen til aktin finner sted. Når myosinhodene kobles da til aktin, spaltes ATP og det framkaller en nikkebevegelse som trekker til seg aktin. Denne spaltningen skjer ved at den ene fosfatgruppen løsnes fra ATP og det frigjøres energi. ATP blir deretter omdannet til ADP+P (adenosindifosfat + fri fosfatgruppe) som frigjøres fra myosinhodet. Ved slutten av nikkebevegelsen kobles det på nytt ATP molekyl, som avbryter koblingen mellom myosinhodene og aktin og blir igjen om til ADP+P (Schibye & Klausen, 2016, s. 180). ATP kan sammenliknes med et batteri som er fulladet og når det har gitt sin impuls til myosinhodene, må dette batteriet lades opp igjen. Denne prosessen krever energi,

og kroppen skaper denne energien gjennom aerob eller anaerob energifrigjøring (Gjerset, Holmstad, Raastad, Haugen, & Giske, 2012, s. 322).

Energiomsetning

Både i hvile og i arbeid omsettes ATP kontinuerlig. Denne omsetningen øker parallelt med intensitet, skal man løpe forttere eller løfte større motstand så vil omsetningen av ATP i musklene også øke. Som tidligere nevnt vil ATP endre sin form ved forbruk, og må deretter bygges opp igjen, denne prosessen kalles resyntese av ATP. I musklene ligger ATP lagret i små mengder, på denne måten kan ADP kjapt omdannes tilbake til ATP. Disse lagrene er likevel svært små og klarer bare å opprettholde arbeidet i 2-4sek (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 274). For at en skal kunne holde på lenge må organismen bygge opp ATP-lageret, med en fart som tilsvarer forbruket. ATP kommer fra nedbrytning av næringsstoffene som man får i seg gjennom matinntak. De ulike næringsstoffene (hovedsakelig karbohydrat og fett, men også proteiner) omdannes til ATP i muskelcellene (Schibye & Klausen, 2016, s. 209).

Anaerobe prosesser

Når muskelarbeidet foregår med høy intensitet blir ATP bygd opp av CrP (kreatinfosfat), som er en energikilde og befinner seg rundt myofibrillene. Denne oppbygningsprosessen skjer ved at fosfatgruppen spaltes fra kreatin ved hjelp av enzymet kreatinkinase. Fosfatgruppen kan deretter brukes til resyntese av ADP om til ATP (Schibye & Klausen, 2016, s. 210). CrP lagrene er store nok til å gi energi til bare 4-10 sekunder, men nedbrytningen av CrP foregår svært hurtig uten behov for oksygen og uten dannelse av melkesyre. Nedbrytning av CrP kalles derfor for alaktasid (uten melkesyre) anaerob (uten oksygen) energifrigjøring (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 274). For å bygge opp Cr til CrP trengs det likevel ATP, denne prosessen går altså begge veier avhengig av ATP-konsentrasjonen i cellen (Schibye & Klausen, 2016, s. 211).

En annen energikilde som kan omdannes til ATP er glykogen eller glukose. Glykogen kan omdannes til energi både med og uten oksygen. Ved en raskt økning av arbeidsintensitet vil glykogen bli om til glukose og videre til ATP uten tilførselen av oksygen, denne prosessen heter glykolysen (Gjerset, Nilsson, Helge, & Enoksen, 2015, s. 274). Glykolysen produserer

relativt lite ATP, per 1 glukose molekyl genereres det 2 ATP molekyler. Spaltningen av glukose medfører også produksjon av melkesyre som også inneholder en del ATP. Fordeler med de anaerobe prosessene er at de gjenoppbygger ATP svært hurtig, og mengder gjenoppbygd ATP per tidsenhet er derfor stor. Ulempen er likevel at nedbrytningen av glukose og glykogen medfører opphoping av melkesyre som vil i løpet av noen minutter hemme ulike prosesser i muskulaturen (Schibye & Klausen, 2016, s. 211).

Aerobe prosesser

Når muskelarbeidet foregår over lengre tid men lavere intensitet, vil omsetningen av energi økes ved hjelp av oksygen. Pyrodruesyre som er et resultat fra spaltning av glukose i glykolysen, fortsetter inn i mitokondriene og inngår inn i det som kalles krebs syklus ved hjelp av oksygen (Gjerset, Nilsson, Helge , & Enoksen, 2015, s. 275). I krebs syklus foregår det gradvis fra spaltning av karbondioksid (CO_2) og hydrogen (H). Hydrogen fortsetter videre inn i elektrotransportkjeden hvor det passerer en del enzymer, og det produseres store mengder energi (Schibye & Klausen, 2016, s. 212). Fettsyrer og proteiner spaltes på samme måte inn i krebs syklus. Disse må likevel først omdannes til acetyl-CoA, noe som skjer ved gradvis nedbrytning såkalt betaoksidasjon, dette foregår også inne i mitokondrie (Gjerset, Nilsson, Helge , & Enoksen, 2015, s. 275). Karbohydrat og fett er de viktigste energikilder når det kommer til gjenoppbygning av ADP til ATP. Det regnes at omtrent 55% av næringsstoffet som forbrennes, gjenvinnes som ATP, mens resten blir tapt som varme (Schibye & Klausen, 2016, s. 213).

Restitusjon

Trening kan føre til muskelvevskade på de aktive musklene. Noe som vil medføre nedsatt muskelfunksjon og prestasjon. Perioden med nedsatt muskelfunksjon kan variere fra noen få timer etter aktiviteten ble gjennomført, opp til 72t, avhengig av intensiteten som økten ble gjennomført med, og faktorer som søvn og hydreringsnivå (Gjerset, Nilsson, Helge , & Enoksen, 2015, s. 567). All trening eller prestasjon vil bli påvirket, helt til muskelvevet er ferdig gjenoppbygd. (Byrne & Eston, 2010, s. 418). En annen faktor som er vesentlig for stimulering av muskel gjenoppbygning er det totale energiinntaket, og spesielt protein og EAA. Dette skyldes at positiv nitrogenbalanse med god kvalitet av protein, stimulerer respons av muskel proteinsyntese (MPS) og graden av muskel hypertrofi (Burd, Tang, Moore,

& Phillips, 2009, s. 1692). Inntak av en moderat dose (20-25g) av lett fordøyd leucinrikt protein, viser seg å være tilstrekkelig til å optimalisere MPS. Myse- samt soyaprotein er noen eksempler på de lett fordøyde proteiner, i motsetning til f.eks. kasein. Myseprotein inneholder også høyere mengder leucin sammenlignet med de andre proteintypene, noe som indikerer at myseprotein kan ha en bedret effekt på MPS og forkorte restitusjonsperioden (Burd, Tang, Moore, & Phillips, 2009).

Prestasjonstester

Det finnes mange ulike tester for måling av prestasjon. De ulike testene gjennomføres spesifikk i forhold til hvilket muskelarbeid eller egenskaper som skal måles.

For å måle dynamisk styrke benytter man som regel en RM (repetisjon maksimum) test. Repetisjon maksimum omhandler en motstand som en klarer å løfte en gitt antall ganger, f.eks. 1RM vil måle den største vekten man klarer å løfte bare en gang, mens 10RM vil beskrive en vekt vi klarer å løfte maksimalt 10 ganger (Bahr, Hallen, & Medbø, 1991, s. 95). Isometriske styrketester måles ved at man utvikler kraft over en fast motstand. I praksis registreres kraften som regel av en eller annen form for målingsapparat.

Den maksimale isometriske styrken (MVC) måles for ulike muskelgrupper ved hjelp av standardiserte betingelser, som at en må sitte med 90 graders vinkel i hoftelrådet. MVC krever at man har en kraftmåler, så kalt tensiometer eller dynamometer. Testen utføres ved at man presser mot en fast motstand som er koblet til kraftmåleren. (Bahr, Hallen, & Medbø, 1991, s. 104)

Svikhopp utføres ved at en skaper hurtig sviktbevegelse fra stående posisjon til omtrent 90 grader i knebøy for å så utføre et høyest mulig hopp. Hendene holdes underveis på hoftene (Bahr, Hallen, & Medbø, 1991, s. 117).

Fallhopp begynner med at man står opp på en plattform og begynner med et ned hopp, så fort man får kontakt skal det forsøkes å hoppe høyest mulig opp, ofte over en gjenstand f.eks. hekk (Bahr, Hallen, & Medbø, 1991, s. 119).

Proteiner

Proteiner består av lange kjeder med aminosyrer som tas opp i tarmen og føres over til leveren gjennom portåresystemet. Hva slags oppgave de ulike aminosyrene har i kroppen

avhenger av type protein og mengde protein som inntas via kost. Relativ stor mengde aminosyrer fordeles over de ulike cellene i kroppen, hvor de bidrar i syntese av nytt protein som brukes til blant annet produksjon av nye celler, enzymer og hormoner. I leveren bidrar aminosyrer til syntese av blant annet leverenzymer og plasmaproteiner (Schibye & Klausen, 2016, s. 243). Proteiner skiller seg fra de andre næringsstoffene med at de ikke brytes fullstendig ned, det finnes heller ingen lager for protein og de må derfor kontinuerlig omsettes. På grunn av den kontinuerlige omsetning av protein, er det viktig at man inntar riktig mengde med protein hver dag. Med at det ikke finnes noen lager for protein, menes at de er bygd inn i funksjonelle vevstrukturer og hvis det er behov for mobilisering av innebygd protein, vil det medføre nedsatt funksjon i vevstrukturen som det mobiliseres fra. Dersom forbruket av proteiner overstiger mengden aminosyrer som ble tatt opp via kost, vil protein mobiliseres fra en av de tre akkumulasjons plasser som er muskelproteiner, plasmaproteiner og viscerale proteiner (proteiner i innvollene) for å bidra til syntese av nye proteiner (Raastad, et al., 2016, s. 60).

Proteinoppbygging og syntese

Som tidligere nevnt består proteiner av kjeder med aminosyrer. Aminosyrene har ulik form og funksjon, avhengig av strukturen. Alle aminosyrene består av en aminogruppe (NH₂), en syre gruppe (COOH) og den resterende strukturen (R). Det er den resterende strukturen som bestemmer hvilken funksjon aminosyren har (Raastad, et al., 2016, s. 60). Menneskekroppen bygger selv på den resterende strukturen slik at aminosyren tilpasses behovet ved hjelp av proteinsyntesen.

Oppskriften på de ulike aminosyrene er lagret i gener i cellekjernen.

De ulike genene dannes av DNA som består av to strenger satt sammen av sukkerstoff og fosfat (som snurrer seg i spiralform parallelt i forhold til hverandre) og en nitrogenbase som vender inn mot midten av de to strengene (Schibye & Klausen, 2016, s. 35). Det finnes fire ulike nitrogenbaser i DNA, adenin (A), guanin(G) thymin(T) og cytosin(C). Den genetiske informasjonen avhenger av rekkefølgen på disse nitrogenbasene langs DNA, og den rekkefølgen kalles for den genetiske koden (Haug, Sand, & Sjaastad, 1997, s. 64). Enkelt forklart må koden av tre nitrogenbaser (triplett) avleses for å danne et enkelt aminosyre, antall tripletter i et gen avhenger av størrelsen til det proteinet som genet bestemmer strukturen til. All informasjon som kreves til proteinsyntese ligger i DNA i cellenes kjerne

(Haug, Sand, & Sjaastad, 1997, s. 64). Proteinsyntesen foregår på ribosomene i cellene, DNA molekylene er for store til å passere kjernemembranen og overføringen av informasjon fra DNA til ribosomene foregår derfor ved hjelp av mindre ribonukleinsyremolekyler (RNA) (Schibye & Klausen, 2016, s. 35). RNA fungerer som en kopimaskin, som kopierer den genetiske koden fra DNA, denne prosessen kalles transkripsjon. RNA bringer deretter informasjonen gjennom kjernemembranen over til cytoplasma og kalles derfor for mRNA (m står for eng. messenger, som kan oversettes til budbringer). I cytoplasma kobler mRNA seg til ribosomene hvor koden fra de ulike gener avleses og aminosyrene settes sammen (Haug, Sand, & Sjaastad, 1997, ss. 67-68).

Proteinkvalitet

Kroppen bygger opp proteiner av totalt 20 ulike aminosyrer. Disse kan deles i essensielle og ikke-essensielle aminosyrer. Essensielle aminosyrer (EAA) kan ikke produseres av kroppen og de utgjør omtrent halvparten (8 hos voksne og 9-10 hos spedbarn) av de 20 aminosyrene. Siden EAA ikke produseres av kroppen, må disse tilføres daglig via kost (Raastad, et al., 2016, s. 61). Proteinkvalitet i de ulike matvarene kalles for kjemisk score, som bestemmes av den EAA som det er minst av i den spesifikke matvaren (begrensende aminosyren). Kjemisk score baseres på skalaen fra 0-100, samsvarer innholdet av matvarens EAA med kroppens behov vil den kjemiske score være på 100, hvis matvarens mengde av den begrensende aminosyren tilsvarer halvparten av kroppens behov, vil den få en score på 50 (Raastad, et al., 2016, s. 62).

Det er utarbeidet en vurdering av matvarens proteinkvalitet som heter PDCAAC (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score). Denne vurderingen tar for seg tidligere nevnt kjemisk score samt tar hensyn til mengden av matvarens protein som tas opp i kroppen. Proteiner fra animalske produkter som kjøtt, fisk, melk osv. tas enklere opp (over 90% blir tatt opp) i forhold til de vegetabiliske matvarene (80-90% tas opp). De animalske matvarene oppnår derfor bedre PDCAAC score, både på grunn av høyere kjemisk score og fordi de tas lettere opp. PDCAAC score strekker seg fra minste verdi 0 til høyest verdi 1,0. Protein kvalitet i blant annet melk får den høyeste verdien 1,0, mens kornvarer får en score på ca. 0,5. Det må likevel nevnes at proteinkvaliteten kan økes ved riktig kombinasjon av matvarene, da det er det totale matinntaket som gjelder. Dvs. at en riktig kombinasjon av to matvarer med ulik

mengde av de forskjellige EAA, kan fylle hverandres manglende aminosyrer og derfor oppnå en score på 1,0 (Raastad, et al., 2016, s. 62).

Proteinmetabolismen

Proteinmetabolisme beskriver prosessen der protein omsettes fra det blir fordøyd til det skilles ut fra kroppen. Metabolske proteiner som enzymer og hormoner omsettes relativt raskt og man sier at disse har en høy turnover, mens de strukturelle proteinene som utgjør blant annet muskelvev omsetter langsomt og har derfor lav turnover. Det tar derfor lengre tid før man kan observere effekter av trening på de strukturelle proteiner, sammenliknet med de metabolske proteiner (Raastad, et al., 2016, s. 62).

Proteiner fordøyes på en kompleks måte som krever stort samarbeid av ulike fordøyelsesenzymer. Fordøyelsen starter i magesekken, der protein spaltes av enzymet pepsin (Schibye & Klausen, 2016, s. 233), og blir videre transportert til tolvfingertarmen i form av peptider. Hormon stimulering av bukspyttkjertelen fører til at en rekke enzymer blant annet trypsin blir produsert og skilt ut til tynntarmen hvor fordøyelsesprosessen fortsetter, og de ulike kjedene av peptider blir spaltet ned til frie aminosyrer og di- og tripeptider. Videre blir disse tatt opp av epitelcellene i tarmveggen, og fortsetter over i vena porta (en vene som fører næringsstoffer fra tarm til leveren) i form av frie aminosyrer som blir fordelt over hele kroppen, spesielt til muskulatur og leveren (Raastad, et al., 2016, s. 63). I leveren blir protein omdannet til blant annet plasmaproteiner, enzymer og leverens egne cellekomponenter, slik at dets funksjon samsvarer med de oppgavene som de skal ha i de ulike vevene i kroppen når de videre inngår i sirkulasjonen (Haug, Sand, & Sjaastad, 1997, s. 406). Et unntak utgjør de forgrene aminosyrene (BCAA) som ikke omdannes i leveren, disse fortsetter inn i sirkulasjonen i samme mengder som blir inntatt gjennom kosten. BCAA består av tre av de essensielle aminosyrer, valin, leucin og isoleucin (Raastad, et al., 2016, s. 60).

Siden aminosyrer inneholder aminogrupper som ikke kan omsettes fullstendig, må disse aminogrupperne fjernes, noe skjer enten ved transaminering eller oksidativ deaminering. Transaminering foregår ved at aminogruppen skiftes over på et nytt molekyl, mens oksidativ deaminering krever at aminogruppen spaltes av, noe som fører til dannelse av ammoniakk. Transaminering er mest gunstig, ettersom akkumulering av ammoniakk i celler og i sirkulasjonen fører til muskulær trøtthet (Raastad, et al., 2016, s. 63).

Nedbrytning av BCAAer skjer direkte i muskel cellene der aminogruppene fjernes ved transaminering, og blir overført vekk fra musklene over på pyruvat eller på alfaketoglutarat. Ved overføring av aminogruppen på pyruvat dannes aminosyre alanin, mens overføring til alfaketoglutarat fører til dannelse av glutamat. Både alanin og glutamat fraktes enkelt gjennom muskelcellemembranen, og de blir derfor ofte brukt til å fjerne aminogrupeer vekk fra musklene dersom det er stort forbruk av BCAA til energifrigjøring. På grunn av BCAAer unike omsetning, antas det at disse kan være mer gunstige i treningssammensetning (Raastad, et al., 2016, s. 64).

Protein kan også omdannes til glukose som er byggestein til karbohydrat (Haug, Sand, & Sjaastad, 1997, s. 407). Prosessen der glukose frigjøres fra leveren, brytes ned i muskelceller til pyruvat, transamineres videre til aminosyren alanin, som fortsetter tilbake til leveren der den leverer fra seg aminogruppen og blir om til pyruvat, som på nytt kan gjøres om til glukose og fortsette videre for å bidra til å fjerne aminogruppene vekk fra musklene, kalles for «glukose-alanin-sykuls» (Raastad, et al., 2016, s. 64). Den resterende aminogruppen «nitrogen» som blir spaltet fra alanin i leveren, bygges inn i urea og blir deretter skilt ut hovedsakelig i form av urin svette eller avføring (Schibye & Klausen, 2016, s. 243). Så lenge mann er i protein balanse (inntaket av protein samsvarer med kroppens forbruk) vil mengden inntatt protein være lik mengden nitrogen utskilt. Glutamat som dannes fra alfaketoglutarat, bidrar som en energikilde for blant annet de hvite blodcellene, og må derfor produseres jevnlig. Forbruket av protein til energifrigjøring øker derfor ved lavt inntak av karbohydrat, det er derfor viktig å ha tilstrekkelig inntak av karbohydrat for å minimalisere nedbrytning av for eksempel muskelprotein (Raastad, et al., 2016, s. 64).

Proteinbehovet

Det daglige proteinbehovet varierer fra person til person avhengig av en rekke faktorer som alder, graviditet og det daglige energiforbruket. I de nordiske anbefalingene blir mengden protein som er nødvendig for å vedlikeholde protein balansen, oppgitt som prosent andel av det totale energiinntaket E%, det konkluderes likevel at behovet ligger på mellom 1,2-1,8g/kg/dag (Raastad, et al., 2016, s. 65), i følge (Helsedirektoratet, 2016) ligger protein behovet på 10-20 E%. Ved fysisk aktivitet øker det totale energiforbruket, og siden omtrent 5-10% av det totale energiforbruket brukes til nedbrytning av aminosyrer, er det derfor naturlig at protein behovet øker parallelt med økt energiforbruk. Utøvere med større

muskelmasse vil også ha et høyere protein behov, ettersom mer muskler betyr at det er mer protein i kroppen som må omsettes (Raastad, et al., 2016, s. 65).

Proteinbehovet kan beregnes ved å gjennomføre nitrogenbalansestudier, som går ut på å måle tapet av nitrogen i forhold til hva som blir inntatt i form av protein. Dersom nitrogen tapet er høyere enn inntatt, er man i negativ nitrogenbalanse og kroppen taper protein. Dersom mengden tapt nitrogen samsvarer med inntaket, vil proteinmengden i kroppen forbli stabil og kroppen er da i nitrogenbalanse. Hvis inntaket er større enn forbruket vil det føre til positiv nitrogenbalanse som kan framkalle muskelvekst (Raastad, et al., 2016, s. 65). Det kan også medføre økning i forbruket av protein til energifrigjøring eller omdanne overskuddet til karbohydrater eller fettsyrer, i tillegg vil utskillelsen av protein i urinen også øke (Haug, Sand, & Sjaastad, 1997, s. 407).

Metode

Metode beskrives av (Halvorsen, 2008, ss. 20-21) som en «*systematisk måte å undersøke virkeligheten på*», det er læren om ulike verktøy som kan brukes for innsamling av informasjoner (også kalt; data) nødvendige til å gjøre oppdagelser i menneskeverden. De innsamlende dataene omtales som empiri. Metoder er altså alle redskaper som hjelper med å samle inn, organisere, bearbeide, analysere og tolke empiri (den innsamlende data) (Halvorsen, 2008, ss. 20-21).

Litteraturstudie som metode

Litteraturstudie karakteriseres med at man på en systematisk måte samler inn, går kritisk gjennom og sammenfatter kunnskap fra tidligere forskning (Magnus & Bakketeig, 2002, ss. 37-38). Vanlig oppbygging av litteraturstudie begynner med en planleggingsfase, i denne fasen dannes det problemstilling og ulike krav stilles til innhenting litteratur, disse kravene kalles inklusjons- og eksklusjonskriterier. Fase to kalles for gjennomføringsfase, og det er da man gjennomfører søk, innhenting og lesing av litteratur. Den innsamlende litteraturen må deretter analyseres og i denne fasen går man kritisk gjennom de ulike artiklene for å ekskludere de med dårlig kvalitet eller relevans. Litteraturstudiets siste fase er rapporteringsfase, hvor man sammenfatter kunnskap fra artiklene som ble plukket ut, og det trekkes logiske konklusjoner (Magnus & Bakketeig, 2002, s. 38).

Validitet og reliabilitet

Validitet og reliabilitet kan kategoriseres som kildekritikk, og handler altså om å undersøke dataenes kvalitet. Validitet handler om relevansen eller gyldigheten til et studie, og om det er relevant i forhold til problemstilling (Halvorsen, 2008, s. 67). Reliabilitet omhandler pålitelighet til målingene i et studie, dvs. at måling må gjennomføres riktig og eventuelle feilmarginer oppgis. Høy reliabilitet er en nødvendig forutsetning for høy validitet (Halvorsen, 2008, s. 68).

Søkeprosessen

I denne oppgaven ble det gjennomført et systematisk søk av litteratur i periode fra januar til mars 2021, den relevante litteraturen ble deretter valgt ut ifra følgende kvalifikasjonskriterier.

Inklusjonskriterier

1. Utvalget måtte bestå av friske mennesker.
2. Forskning involverte minst to typer tilskudd, myseprotein og f.eks. placebo.
3. En eller annen form for intens trening var involvert.
4. Artikkene måtte være fagfellevurdert.
5. Artikkene måtte være skrevet på engelsk.
6. Artikkene kunne ikke være eldre enn 5år (2016-2021).

Eksklusjonskriterier

Forsknings artikler som ble ekskludert fra denne oppgaven enten manglet en eller flere av inklusjonskriterier, dersom utvalget inntok annet stimulerende tilskudd (f.eks. koffein eller kreatin monohydrat) eller hvis artikkelen brukte sekundær data (data som er samlet inn av andre enn artikkelens forfattere).

Til søkeprosessen ble de benyttet tre databaser, Oria, Google scholar og Medline (PubMed). I disse databasene ble det brukt følgende søkeord: «Whey protein», «Recovery from exercise», «Whey supplementation» «Effects of whey» «Muscle recovery».

Søkeord ble brukt både individuelt og satt sammen i ulike kombinasjoner. I Tabell 1 vises det hvilke kombinasjoner av søkeord som ble brukt for å finne enhver artikkel. Det er verdt å merke seg at tabellen inkluderer ikke søk, ved hvilke ingen artikler ble inkludert, og at mange av de tidligere nevnte søkeord ble prøvd i flere av de ulike databasene, men det førte enten til ingen relevante funn, eller funn av de samme artiklene.

Tabell 1. Tabellen presenterer hvilken database de forskjellige artiklene ble funnet i, hva slags søkeord og avgrensning (filter) ble brukt i de ulike databasene, total antall treff ved søkeordet, hvor mange av disse som ble gjennomgått og hvor mange ble inkludert. I kolonnen ytterst til høyre er de ulike artiklene oppgitt som kilder (navn på artiklene presenteres i neste kapittel).

DATABAS E	SØKEORD	AVGRENSNING	ANTALL TREFF	ANTALL GJENNOM GÅTT	INKLUDERT	ARTIKKEL
PUBMED	Whey protein supplementa tion	Siste 5 år Engelsk	433	8	1	(West, Sawan, Mazzulla, Williamson , & Moore, 2017)
ORIA	Effects of protein on recovery	Siste 5 år Fagfelleverdert	643897	8	1	(Rindom, et al., 2016)
	Whey protein effects on recovery	Siste 5 år Fagfelleverdert	4969	5	1	(McKinlay, et al., 2020)
	Whey supplementa tion on recovery from exercise	Siste 5 år Fagfelleverdert	1809	12	2	(Brown, Stevenson, & Howatson, 2017) Og (Hilkens, et al., 2020)
GOOGLE SCHOLAR	Effects of whey supplementa tion on strength	ingen	26400	7	1	(Mobley, et al., 2017)

Resultat

I dette kapitlet skal jeg gå gjennom de ulike studiene, hvordan de ble gjennomført, også skal jeg presentere hva slags resultater det ble målt.

Artikkel 1

Studien «*Whey protein supplementation enhances whole body protein metabolism and performance recovery after resistance exercise: a double-blind crossover study*» skrevet av (West, Sawan, Mazzulla, Williamson, & Moore) ble publisert online i 2017, i tidsskriftet «Nutrients».

Denne studien hadde som formål å måle endringer i proteinmetabolisme og restitusjon av nedsatt ytelsesevne fra styrketrening, ved inntak av protein. Studien ble gjennomført som et dobbelt blindet kryssforsøk, fordelt over tre 25 timers prøveperioder separert med ca. en uke. Utvalget for denne studien besto av 12 trente menn, som ble fordelt i to grupper (forsøk- og kontrollgruppe). Hver gruppe inntok enten myseprotein eller en energi tilsvarende plasebo over de to første prøveperiodene, den siste prøveperioden ble gjennomført uten tilskudd eller trening. I prøveperiode 1 og 2 ble deltakerne utsatt for tung fullkroppss styrketrening, deretter inntok de den første dosen av tildelt tilskudd direkte etter økten, og 10t senere. For å kunne måle resultater ble det gjort styrketester 2t før samt 0, 10 og 24t etter styrketrening. I tillegg ble det gjort nitrogenbalansestudier (0 og 10t etter trening) og urin prøver (-2, 0, 10 og 24t etter treningsøkt). Fullkroppss styrketrening besto av øvelser: benk press, nedtrekk, militærpress, sittende roing, beinpress og kneekstensjon. Alle øvelsene gjordes med 4 serier av 10 repetisjoner og 2 min pauser mellom seriene, med motstand tilsvarende 75% av deltakernes individuell 1RM. Styrketester som ble gjort for å måle ytelsen var: svikthopp, MVC, repetisjon til utmattelse av øvelsen kneekstensjon (med motstand lik 75% av 1RM), og Wingate test. Nitrogenbalanse studier og urinprøver hadde som formål å måle urea og kreatinkonsentrasjon for å estimere kroppens protein turnover, proteinsyntese, protein nedbrytning og proteinbalanse.

Resultater fra urin prøver etter 10t restitusjon viste ingen endringer i protein turnover, syntese eller nedbrytning, forårsaket av trening eller protein tilskudd. I alle gruppene var proteinbalansen negativ under denne perioden. Etter 24t restitusjon ble det målt høyere proteinsyntese hos kontrollgruppen, samtidig som protein nedbrytning i forsøksgruppen

sank, noe som førte til en bedret proteinbalanse ved inntak av myseprotein forhold til kontroll. De ulike ytelsestestene medførte funn til fordel av myseprotein. Etter 10t ble det observert positive effekter til fordel av myseprotein i testene MVC og wingate, etter 24t økte denne fordelene enda større, i tillegg til at det ble også målt gunstig effekt i repetisjon til utmattelse testen. Disse funn indikerte at myseprotein kan bedre muskelfunksjon, så tidlig som 10t i restitusjon. Ved svikthopp ble det observert positiv effekt av myseprotein på høyde i hoppet etter 10t, men ikke etter 24t med restitusjon. Et unntak forekom ved den eksentriske fasen av svikthoppet, der ble det målt positiv effekt av myseprotein både etter 10 og 24t. Til tross for at positive fordeler av myseprotein i både proteinbalanse og treningsytelse, ble det ikke funnet noe korrelasjon mellom de to variablene.

Artikkel 2

Studien «*Effects of whey, soy or leucine supplementation with 12 weeks of resistance training on strength, body composition, and skeletal muscle and adipose tissue histological attributes in collagen-aged males*» skrevet av (Mobley, et al.) ble publisert online i 2016, i tidsskriftet «Nutrients».

I denne studien ble det undersøkt effekt av ulike typer proteiner (myse, soya og leucin) på styrke, kroppssammensetning, og endringer i skjelettmuskulatur og fettvev. Studie ble gjennomført kvantitativt som dobbel blindet, plasebo kontrollert forsøk over total periode på 44 dager. Utvalget besto av 75 utrente menn, som ble tilfeldig plassert i en av 5 gruppene (plasebo = PLA, leucin = LEU, myseprotein konsentrat=WPC, myseprotein hydrolyse =WPH og soyaprotein= SOY). Deltakerne ble utsatt for en 12 ukers treningsperiode, med 3 treningsøkter per uke, mens de konsumerte de ulike tilskudd to ganger daglig. Omtrent en uke før og 3 dager etter treningsperioden, ble det gjort tester av urin, blod, vekt, høyde, kroppssammensetning, benteitet, fettfrimuskelmasse, og muskel og fett biopsi. Fysiske tester ble gjort 2-3 dager før treningsperiode, og i slutten av den siste treningsuken. De fysiske testene besto av IMTP, og 3RM i knebøy og benk press. Treningsperioden besto av øvelser som knebøy, benk press, markløft og stående roing. Serier og repetisjoner varierte mellom ukens første (4serier x 10reps), andre (6serier x 4reps) og tredje (5serier x 6reps) økt, mens motstanden økte nesten konstant fra økt til økt, unntatt avlastningsukene i uke 7 og uke 12 av treningsperioden.

Hovedfunnet i denne studien var at det ble observert en effekt av trening, som ikke er forårsaket av tilskudd, når det gjelder økning av fettfrimuskelmasse, styrke og antall muskelfibrer, i tillegg sank mengden underhuds fettceller. Begge myseprotein tilskudd medførte likevel en økning i mengder av satellittceller, soyaprotein viste også en liten økning, men ikke leucin eller plasebo.

Artikkel 3

Studien «Effect of protein quality on recovery after intense resistance training» skrevet av (Rindom, et al.) ble publisert online i 2016, i tidsskriftet «European Journal of Applied Physiology».

Formålet i denne studien var å sammenlikne proteiner med lav vs. høy kvalitet, i forhold til restitusjon. Studiet ble gjennomført som en dobbel blindet kryssforsøk, fordelt over syv uker. Utvalget besto av 12 trente menn, som ble undersøkt gjennom to (1 ukers lange) treningsperioder. Første uken ble brukt til testing av prestasjon som ble etterfulgt av en uke restitusjon. Det ble da dannet to grupper tildelt enten myseprotein eller kollagenprotein tilskudd. Uke3 begynte begge gruppene treningsperiode samt inntaket av tilskudd. Ukene 4-6 ble igjen brukt til restitusjon og utskillelse av eventuelle rester av tilskudd fra organismen. Siste uken byttet gruppene tilskudd og gjennomførte andre treningsperioden. Testing på forhånd av første treningsperioden var fordelt over tre dager, testene som ble målt var maksimal O₂-opptak, 3RM av fem øvelser, MVC for knestrekkerne og knebøyene, svikthopp, Wingate og aerob konstant belastning (TTE) test på 70% av deltakernes individuell VO₂max. Treningsperiodene besto av fire treningsdager med en dags restitusjon i mellom, etterfulgt av tre dager der testene MVC, svikthopp og Wingate ble gjennomført igjen, mens TTE ble igjen målt først etter 48t etter den andre treningsperioden.

Styrketreningen besto av 5 serier med knebøy, 4 serier benk press og nedtrekk, og 3 serier med leggcurl og leggpess. Alle øvelsene ble gjort mellom 12-15 repetisjoner, med 90sek pause mellom seriene, og 5 min mellom øvelsene.

Resultater viste at den intense treningsperioden førte til nedsatt funksjon av maksimal kraftutvikling, og anaerob og aerob muskelarbeid. Det ble ikke observert signifikans på at myseprotein kan forkorte restitusjonstid, sammenliknet med kollagen protein. Eneste prestasjon som ble bedret av myseprotein, var at det ble vist en mindre svekking av

hopp høyden ved svikthopp. Denne effekten ble ikke observert i prestasjon ved verken MVC eller Wingate, og ble derfor sett på som ikke signifikant.

Artikkel 4

Studien «*Whey protein hydrolysate supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females*» skrevet av (Brown, Stevenson, & Howatson) ble publisert i 2017, i tidsskriftet Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.

Denne studien hadde som formål å undersøke om myseprotein minsker muskelvevskade forårsaket av sprint intervaller, og forkorter restitusjonstid blant kvinnelige sprintere. Forsøket ble gjennomført på en dobbel blindet måte, der 20 aktive kvinner ble fordelt tilfeldig over to grupper, den ene gruppen fikk tildelt myseprotein hydrolyse (WPH) og den andre gruppen fikk karbohydrat og ble brukt som kontroll gruppe (CHO). Treningsintervallet i denne studien besto av 15 gjentatte sprint intervaller på 30m, separerte med 60sek pauser og med en brått bremselengde (10m). Både på forhånd av, 0, 24, 48 og 72t etter treningsintervallet, ble det gjennomført ulike målinger av muskeltrøtthet, omkretsen av lemmer, bevegelighet, kreatinkinase, i tillegg til muskelfunksjon som ble målt ved testing av svikthopp, fallhopp, MVC av knestrekkerne og 30 maksimal sprint. Hjerterefrekvens og vurdering av opplevd anstrengelse, ble målt etter hvert sprint. Tilskuddene ble konsumert rett etter trening, samt 2, 24, 48 og 72t senere (rett før de ulike målingene).

Resultater i denne studien viste ingen forskjeller mellom inntaket av WPH og CHO i forhold til den totale og gjennomsnittlige sprint tiden, utmattelsen av muskulaturen, hjerterefrekvensen og nivåer av anstrengelse som ble opplevd av deltakerne. Det ble heller ikke observert noe effekt av WPH eller CHO på verken muskeltrøtthet eller muskelomkrets. Forskjellig resultat mellom de to gruppene ble observert i restitusjon av fleksibilitet, hvor WPH nådde en overkompensasjon i fleksibilitet etter 72 timer, mens CHO feilet på å restituere og fleksibiliteten i denne gruppen var fremdeles svekket. Av muskelfunksjon testene ble en forskjell observert ved fallhopp (målt som som RSI = dropphøyden (cm) delt på kontakttid med måleinstrumentet (sek)) hvor restitusjon av RSI ble målt signifikant høyere ved inntaket av WPH. I tillegg ble det målt forskjell i mengder av kreatinkinase i

sirkulasjonen som målte høyest verdier etter 24t med restitusjon, for å så gradvis synke i begge gruppene. Reduksjonen av kreatinkinase ble målt signifikant bedre ved inntak av WPH.

Artikkel 5

Studien «Effects of post-exercise whey protein consumption on recovery indices in adolescent swimmers» skrevet av (McKinlay, et al.) ble publisert online i 2020, i tidsskriftet «International Journal of Environmental Research and Public Health».

Hovedformålet i denne studien var å undersøke effekten av myseprotein på muskelvevskade, svømme prestasjon og cytokiner, etter høy intensitets intervall svømming. Utvalget i dette forsøket besto av 54 ungdommer med svømmeerfaring. Deltakerne i denne studien ble utsatt for høy intensitet svømming intervaller som besto av 5x 100m, 5x 50m og 5x 25m og måtte gjennomføres med intensitet høyere enn 90% av deltakernes maksimale intensiteten. Utvalget ble fordelt over to forsøksgrupper og en plasebo kontrollgruppe, forsøksgruppene ble tildelt enten myseprotein (WPH) eller karbohydrat tilskudd (CHO), mens kontrollgruppen fikk vann med tilnærmet lik smak. Forsøket var spredt over periode på 26t, som begynte med at deltakerne avga blodprøver til måling av kreatinkinase, cytokiner og blodceller, disse målingene ble igjen gjort ca. 2, 5 og 21t etter svømming intervallet. To timer etter blodprøvene ble angitt, ble utøverne testet fysisk ved å svømme 200m med maksimal intensitet, denne testen ble gjentatt omtrent 2, 5 og 23t etter treningsintervallet. Rett etter den første prestasjonstesten ble svømmeintervallet gjennomført og ble etterfulgt etter første inntak av tilskudd eller plasebo, andre dose med tilskudd ble konsumert direkte etter den ande prestasjonstesten (ca. 2t etter svømmeintervallet).

Resultater fra denne studien viste at svømmeprestasjonen ble ikke preget av forskjeller mellom tilskuddene i de ulike gruppene. Inntaket av WPH medførte en økning av betennelsesdempende cytokinet IL-10 under den første delen av restitusjon (0-8t etter treningsintervallet). Både WPH og CHO førte til en nedsatt opplevelse av muskeltrøtthet, sammenliknet med kontrollgruppen.

Artikkel 6

Studien «Whey protein supplementation does not accelerate recovery from a single bout of eccentric exercise» skrevet av (Hilken, et al.) ble publisert online i 2020, i tidsskriftet «Journal of Sports Sciences».

Denne studien forsøkte å belyse myseproteinets virkning på muskelfunksjon og muskeltrøtthet etter eksentrisk styrketrening. 40 aktive menn deltok i den dobbel blindet studien, hvor de ble tildelt tilskudd av enten myseprotein (PRO) eller en karbohydrat blanding (CON). Tilskuddene ble konsumert to ganger daglig over periode på 9 dager. Første måling av muskelfunksjon, muskeltrøtthet og blodprøver ble gjennomført på dag 5. Muskelfunksjon ble målt ved bruk av styrketester MVC av knestrekkerne og knebøyene, og svikhopp. Blodprøver ble benyttet for måling av kreatinkinase, stresshormoner og CRP. Muskeltrøtthet ble målt ved hjelp av spørreundersøkelse. Etter den første målingen ble det gjennomført hoved trening som besto av 100 fallhopp fordelt over 10 serier med 10 repetisjoner. Fallhopp ble gjennomført fra en 60cm høy platform mens deltakerne hadde på seg en 5kg vest, alle hopp måtte gjennomføres i løpet 90sek med 90sek pauser mellom seriene. De tidligere nevnte tester og målinger ble deretter gjennomført på nytt 0, 3, 24, 48 og 72t etter hoved treningen.

Resultater av denne studien viser nedsatt muskelfunksjon som følge av trening. Ingen funn ble gjort til fordel av myseprotein sammenliknet med CON. Tvert imot, viste resultater av to MVC tester viste en bedret restitusjonstid av muskelfunksjon ved inntak av karbohydrat.

Diskusjon

Hovedfunn i de utvalgte artiklene varierer i en stor grad. Noe som kan skyldes forskjellige ulike mengde protein inntatt og varierende trenings lengder samt intensitet. (West, Sawan, Mazzulla, Williamson, & Moore, 2017) rapporterte en forbedring i kroppens proteinbalanse noe som kan begrunnes av at utvalget i denne studien hadde en generelt høyt proteininntak (1.9g/kg/dag) som samsvarer med de teoretiske anbefalingene for proteinbehov (Raastad, et al., 2016, s. 65). Av samme grunn kan det forklares hvorfor det ikke ble observert noen signifikante forskjeller mellom myse og kollagen proteinene i studien til (Rindom, et al., 2016). Der også var det et høyt proteininntak tilsvarende ca. 2g/kg/dag. Ved økning av protein inntak økes proteinsyntesen, noe som bidrar til at det er flere proteiner som kan inngå i de strukturelle vevene i kroppen, noe som kan forklare Brown observasjon på bedret restitusjon av fleksibilitet som følge av inntak av myseprotein. Interessant funn ble likevel gjort av (Moblely, et al., 2017) som observerte et økt antall av satellittceller, siden disse bidrar til regenerering kan de ha stor betydning for myseproteinets effekt på restitusjon (Schibye & Klausen, 2016, s. 175).

Konklusjon

Ut ifra funn fra de ulike artiklene, ser det ut som mesteparten av ytelse forbedres av generelle økning i protein balanse. Dannelse av satellittceller kan likevel indikere at myseprotein har likevel en funksjon som forkorter restitusjonen. Ut ifra de 6 artiklene, var det likevel bare et studie som rapporterte det, så jeg trekker min konklusjon i at restitusjonstid kan stimuleres av hovedsakelig positiv protein balanse, framfor myseprotein. Myseproteinets effekt på dannelse av satelittceller, er likevel verdt å undersøke videre.

Bibliografi

- Bahr, R., Hallen, J., & Medbø, J. I. (1991). *Testing av idrettsutøvere*. 0608 Oslo: Universitetsforelaget AS.
- Brown, M. A., Stevenson, E. J., & Howatson, G. (2017, November 6). 1 Whey protein hydrolysate supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, s. 33.
- Burd, N. A., Tang, J. E., Moore, D. R., & Phillips, S. M. (2009, Mai 1). Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. *Journal of applied physiology*.
- Byrne, C., & Eston, R. (2010, Desember 09). The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. *Journal of sports Sciences*, ss. 8 (417-425).
- Gjerset, A., Holmstad, P., Raastad, T., Haugen, K., & Giske, R. (2012). *Treningslære*. 0130 Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Helge, J. W., & Enoksen, E. (2015). *Idrettens treningslære*. 0130 Oslo: Gyldendal norsk forelag as .
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Haug, E., Sand, O., & Sjaastad, Ø. V. (1997). *Menneskets fysiologi*. 0608 Oslo: Universitetsforelaget AS.
- Helsedirektoratet. (2016, oktober 24). *helsedirektoratet.no*. Hentet fra helsedirektoratet: <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/kostradene-og-naeringsstoffer/inntak-av-naeringsstoffer/protein>
- Hilkens, L., De Bock, J., Kretzers, J., Kardinaal, A. F., Floris-Vollenbroek, E. G., Scholtens, P. A., . . . van Dijk, J.-W. (2020, Oktober 05). Whey protein supplementation does not accelerate recovery from a single bout of eccentric exercise. *Journal of Sports Sciences*, ss. 9 (322-331).
- Magnus, P., & Bakketeig, L. S. (2002). *Protsjektarbeid i helsefagene*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- McKinlay, B. J., Theocharidis, A., Adebero, T., Kurgan, N., Fajardo, V. A., Roy, B. D., . . . Klentrou, P. (2020, Oct 23). Effects of Post-Exercise Whey Protein Consumption on Recovery Indices in Adolescent Swimmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, s. 17(21): 7761.
- Mobley, C. B., Haun, C. T., Robertson, P. A., Mumford, P. W., Romero, M. A., Kephart, W. C., . . . Pascoe, D. (2017, September 4). Effects of Whey, Soy or Leucine Supplementation with 12 Weeks of Resistance Training on Strength, Body Composition, and Skeletal Muscle and Adipose Tissue Histological Attributes in College-Aged Males . *Nutrients*, s. 9(9): 972.
- Raastad, T., Rønsen, O., Sundgot-Borgen, J., Torstveit, M. K., Hemmersbach, P., Andersen, L. F., . . . Frøpping, O. F. (2016). *Idrettsernæring*. Postboks 6860 St. Olavs plass, 0130 Oslo: Gyldendal Norsk forelag.
- Rindom, E., Nielsen, M. H., Kececi, K., Jensen, M. E., Vissing, K., & Farup, J. (2016, September 20). Effect of protein quality on recovery after intense resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, ss. 10 (2225-2236).
- Schibye, B., & Klausen, K. (2016). *Menneskets fysiologi: Hvile og arbejde*. København: FADL's forlag A/S.
- Schoenfeld, B. (2011, august). The Use of Specialized Training Techniques to Maximize Muscle Hypertrophy. *Strenght and Conditioning Journal*.

Smithers, G. W. (2008). *Whey and whey proteins- From 'gutter-to-gold'*. 3030 Victoria: International Dairy Journal.

West, D. W., Sawan, S. A., Mazzulla, M., Williamson, E., & Moore, D. R. (2017, July 11). Whey Protein Supplementation Enhances Whole Body Protein Metabolism and Performance Recovery after Resistance Exercise: A Double-Blind Crossover Study. *Nutrients*, s. 9(7): 735.