



EXAMENSARBETE | BACHELOR'S THESIS

Hur omsätts protein och fett vid styrketräning?

Vilka fördelar och nackdelar kan en protein- och fettrik kost ha?

Caroline Wigroth

Michel Mleczkovicz

Biomedicin – Inriktning fysisk träning

Högskolan i Halmstad

Handledare: Roger Lindegren

Halmstad den 3 juni 2012

Sammanfattning

Syftet med den här litteraturstudien var att undersöka effekten av hög protein- och fettrik kost på styrketräning. De flesta dagliga matvaror innehåller oftast både protein och fett förutom rena kolhydratkällor, vilka har olika effekt på kroppen vid styrketräning. Styrketräning kan påverka proteinsyntesen, muskelhypertrofi, lipolys och fettoxidationen i kroppen. Dessa processer influeras av mängden protein eller fett som konsumeras, vilken typ av protein eller fett som konsumeras samt tidpunkten intaget sker i relation till styrketräning.

Studier har visat att ett högt proteinintag i kombination med styrketräning kan leda till ökad muskelmassa och viktnedgång på grund av en ökad proteinsyntes, lipolys och fettoxidation. Tidigare forskning visar också att ett ökat fettintag stimulerar lipolys och fettoxidationen hos individer. Ett ökat intag av protein och fett kan också ha negativa effekter på kroppen vid överkonsumtion. Ett ökat intag av proteinkällor som innehåller stora mängder fett kan leda till flera negativa effekter så som njursvikt, förhöjt blodtryck, kalciumbrist, skelettnedbrytning, kardiovaskulära sjukdomar och ökad fettinlagring.

Slutsatsen är att mängden protein och fett som konsumeras kan leda till flera olika effekter vid styrketräning och kan anpassas till individens egna mål.

How does protein and fat adapt with resistance training?

Which advantages and disadvantages may occur with a protein- and fat diet?

Abstract

The purpose of this review was to examine the effect of a protein- and fat rich diet on resistance training. Most daily groceries usually contain both protein and fat except pure carbohydrate sources, which has an effect on the body during resistance training. Resistance training may influence protein synthesis, muscle hypertrophy, lipolysis and fat oxidation. These processes are influenced by the amount of protein or fat consumed, which kind of protein consumed and the time of intake in relation to the resistance training.

Studies has shown that a high protein intake in combination with resistance training can lead to an increased muscle mass and weight loss due to an increase in protein synthesis, lipolysis and fat oxidation. Previous research also shows that an increase in fat intake can stimulate the lipolysis and the fat oxidation in individuals. An increase in protein and fat intake can also have a negative effect on the body when over consumed. Increased intake of protein sources containing large amount of fat can lead to negative effects such as kidney failure, hypertension, calcium deficiency, skeleton degradation, cardiovascular diseases and larger amounts of adipose tissue storage.

In conclusion, the amount of protein and fat consumed can lead to many different effects in combination with resistance exercise and can be adapted to each individual's goals.

Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| 1. Bakgrund | 1 |
| 1.1 Protein | 1 |
| 1.1.2 Protein i kosten | 3 |
| 1.2 Fett..... | 3 |
| 1.2.1 Fettets former | 3 |
| 1.2.2 Fettets metabolism..... | 4 |
| 1.2.3 Fett i kosten | 4 |
| 1.2.4 Makronutrienternas energivärde | 5 |
| 1.3 Styrketräning | 5 |
| 1.3.1 Styrketräningens effekter..... | 6 |
| 1.3.2 Styrketräning och proteinmetabolism..... | 6 |
| 1.3.3 Proteinintag för styrkeidrottare..... | 7 |
| 2. Syfte | 8 |
| 3. Metod | 8 |
| 3.1 Val av metod | 8 |
| 3.2 Litteratursökning | 8 |
| 3.3 Inklusionskriterier | 8 |
| 3.4 Förväntat resultat..... | 9 |
| 4. Resultat..... | 9 |
| 4.1 Kroppens adaptationer till proteinintag i samband med styrketräning..... | 9 |
| 4.1.1 Proteinintag och viktnedgång i samband med styrketräning | 10 |
| 4.2 Kroppens adaptationer till en fettrik kost i samband med styrketräning..... | 11 |
| 4.3 Negativa effekter av ett högt protein- och fettintag..... | 12 |
| 5. Diskussion | 14 |
| 5.1 Slutsats | 16 |
| 6. Referensförteckning | 17 |

1. Bakgrund

Styrketräning är en träningsform som ofta kombineras med ett högt proteinintag för att stimulera muskeluppbyggnaden hos utövaren. Styrketräning medverkar till att kroppen lär sig att utnyttja protein effektivare. Efter ett styrketräningspass ökar muskelproteinomsättningen i kroppen, det vill säga, det blir en ökad proteinsyntes och proteindegradering, vilket innebär en uppbyggnad respektive nedbrytning av proteiner. En ökad proteinsyntes är något som måste ske för att styrketräningen ska ge resultatet muskelhypertrofi, dessutom kan proteinsyntesen stimuleras ytterligare om tillgängligheten av fria, cirkulerande aminosyror är stor. Då många proteinkällor, så som animaliska kött- och mjölkprodukter, innehåller en stor andel fett medför detta att en höghaltig proteindiet även är fettrik. Så om utövaren, för att höja sitt proteinintag, väljer att öka sitt intag av kött och mejeriprodukter kommer kosten även att bidra med en viss mängd fett. Detta kan leda till negativa konsekvenser, exempel på sådana är ett högre intag av mättat fett, förhöjda blodfetter samt ett överskott av kalorier som kan orsaka viktuppgång i form av fett. Något som vanligtvis associeras med överskott av kalorier och förhöjda blodfetter är istället en överkonsumtion av fett. Då energibalansen störs vid för högt energiintag tar oxidationen av fett lång tid, vilket leder till att energiöverskottet av fett lagras som triglycerider i kroppen istället för att användas som energi. Styrketräningens effekter borde istället gynnas av ett proteinintag som ger hög halt av fria aminosyror, vilket stimulerar proteinsyntesen, till skillnad från en proteindiet som innehåller stor andel fett som kan vara skadligt (Jeukendrup & Gleeson, 2004; Jeukendrup & Gleeson, 2007; Lowery & Devia, 2009; Bergouignan et al., 2012; Andersen et al., 2005).

1.1 Protein

Inget annat ämne har så många viktiga funktioner, komplicerad uppbyggnad eller omväxlande sammansättning, som just protein. I människokroppen finns ungefär hundratusen olika proteiner som fungerar som bland annat enzymer och hormoner. Protein består av olika enheter, så kallade aminosyror. En proteinmolekyl består av kombinationer av 20 stycken olika aminosyror och dessa består främst av kol, syre, väte men även av kväve och svavel. Proteinmolekylers uppbyggnad kan beskrivas som komplex. Bildningen av proteiner sker genom kondensationsreaktioner, vilket innebär en sammanbindning av två molekyler så att vatten avspjälkas. Det sker en kondensationsreaktion mellan karboxylgruppen (COOH) hos en aminosyra och aminogruppen (NH₂) i en annan aminosyra. Den här bindningen kallas för peptidbindning. Sammansättning av två aminosyror kallas för dipeptid, tre aminosyror

sammanbindning är en tripeptid, upp till tio stycken aminosyror bindning kallas för oligopeptid och om peptiden överstiger tio stycken aminosyror namnges den för polypeptid. Antalet aminosyror kan även överstiga 50 och då anses polypeptiden som ett protein, dock om proteinet endast består av en kedja och ingen prostetisk grupp. Protein kan också innehålla flera polypeptidkedjor samt prostetiska grupper, exempelvis hemoglobin som innehåller fyra stycken polypeptidkedjor. Varje kedja innehåller i sin tur varsin prostetisk grupp. För att kroppens proteinsyntes ska fungera normalt krävs att alla 20 stycken aminosyror är involverade. Nio stycken av de 20 stycken aminosyror som finns i proteiner benämns som essentiella, eftersom de inte kan bildas i kroppen och måste tillföras via kosten (Abrahamsson et al., 2006).

Proteinsyntes och proteindegradering är en ständig process. Ett stort antal av aminosyror i kroppen är förenade i olika vävnadsproteiner, men det finns även en så kallad aminosyrapool. Aminosyrapoolen innehåller ca 120 g fria, cirkulerande aminosyror i en vuxen persons skelettmuskulatur. En stor del av de fria aminosyror i aminosyrapoolen finns i blod, lymfa och interstitiell vätska och därmed benämns aminosyror som just cirkulerande. Det sker en ständig upphämtning från den fria aminosyrapoolen för syntes av olika proteiner, men även en ständig proteinnedbrytning som medför en ökad tillgänglighet av cirkulerande aminosyror. Proteinnedbrytningen har två huvudsakliga uppgifter; att tillföra energi i citronsyracykeln som syresätts i mitokondrierna och att utnyttja särskilda aminosyror för syntes av andra föreningar, exempelvis neurotransmittorer och hormoner. På det här sättet agerar proteinnedbrytning och sammansättning av aminosyror i nytt protein som en länk mellan proteinsyntes och proteinnedbrytning. Aminosyror kan dock ingå i andra fusioner som inte involverar protein, i sådana fall förloras protein från kroppen. Exempel på sådana fall är när aminosyror ombildas till glukos genom glukoneogenes eller till fett genom lipogenes och lagras som fettvävnad. Proteinsyntes och proteindegradering kan ske i olika snabb takt beroende på vilket protein som syntetiseras eller degraderas. De proteiner som har reglerande eller signalerande funktioner, så som enzymer och hormoner, har en snabb omsättning som sker under timmar eller dagar. De proteiner som har strukturella och kontraktilla funktioner, till exempel kollagen, aktin och myosin har en tämligen långsam omsättning som kan ta upp till dagar, veckor eller månader. För att en person ska vara viktstabil, det vill säga varken gå ned eller upp i vikt, bör total proteinsyntes- och degradering vara balanserad (Jeukendrup & Gleeson, 2007).

1.1.2 Protein i kosten

Proteiner finns i de flesta livsmedel, med undantag från rena kolhydrat- och fettkällor, till exempel stärkelseprodukter så som socker men även matolja som består av endast fett. De största livsmedelskällorna där vi hittar protein är animaliska produkter, så som kött och köttvaror som bidrar med 29 % av total proteintillförsel. Protein finns även i mjölkprodukter, fisk, ägg men också spannmålsprodukter. De animaliska proteinkällorna innehåller stor andel protein men också en stor andel fett, däribland mättade, enkelomättade samt fleromättade fettsyror. Kött och köttprodukter, matfetter och ost ses som viktiga fettkällor men de innehåller också en stor halt av protein. Våra vanligaste proteinkällor innehåller därför ofta en hel del fett (Abrahamsson et al., 2006).

1.2 Fett

Fett är en av de tre makronutrientier (fett, protein, kolhydrater) som kroppen behöver för att fungera. Vissa av dessa fetter skapar kroppen själv (icke essentiella), medan andra måste konsumeras genom maten, dessa kallas essentiella fettsyror. Lipider är samlingsnamnet för fetter som är olösliga i vatten. Dessa fetter delas ofta upp i triglycerider, steroler (kolesterol, steroidhormoner) och fosfolipider. Fettsyror är kolföreningar som tillsammans med en karboxylgrupp bildar triglycerider. Det finns två essentiella fettsyror som kroppen inte kan syntetisera själv utan måste konsumeras genom födan vi äter, dessa är linol- och linolensyra. Dessa två fettsyror integreras med andra icke essentiella fettsyror och är en del av cellmembranets fosfolipider. Dessa lipider spelar en viktig roll i hormonernas påverkan på cellerna i kroppen tillsammans med kolesterol (Geissler & Powers, 2011).

1.2.1 Fettets former

Fosfolipider och kolesterol är en del av cellmembranet och påverkar cellmembranets genomsläpplighet. Triglycerider är det fett som konsumeras i störst omfattning och 95 % av allt fett i kroppen är triglycerider. Triglycerider bryts antingen ner till energi eller lagras som fettvävnad. Fettvävnad är kroppens fettdepåer och är kroppens största energireserver. Triglycerider består av tre olika typer av fettsyror; enkelomättat fett, fleromättat fett och mättat fett. Dessa fettsyror är uppbyggda av kolvätekedjor som normalt sett är mellan 4-22 kolatomer långa. Ena änden av fettsyran fäster vid en karboxylgrupp (COOH) och andra änden slutar som en metylgrupp (CH₃). Det som skiljer enkelomättat fett, fleromättat fett och mättat fett åt är antal dubbelbindningar som kolvätekedjan har. Enkelomättat fett har en dubbelbindning, fleromättat fett har minst två och mättat fett har inga dubbelbindningar. När dessa tre fettsyror binds samman av en glycerolmolekyl bildas en triglycerid (Garrow &

James, 1996). Om dubbelbindningen är positionerad mellan tredje och fjärde kolatomen närmast metylgruppen är fettsyran en omega-3 fettsyra, om den är positionerad mellan 6-7 kolatomen är den en omega-6 fettsyra. Omega-3 och omega-6 fettsyror tillhör gruppen fleromättade fettsyror som innehåller minst två stycken dubbelbindningar och har 18 stycken kolatomer vardera (Geissler & Powers, 2011).

1.2.2 Fettets metabolism

Fett kan både omvandlas till energi eller lagras för framtiden. Större delen av fettsyror som existerar i kroppen lagras som triglycerider. De fettsyror som inte är lagrade i form av triglycerider existerar i blodet som fria fettsyror (FFA) och lipider. Vid energibehov bryts triglyceriderna i fettvävnad ned och en hormonell process (lipolys) tar fart. Hormonkänsligt lipas (HSL) stimuleras vid utsöndring av adrenalin och bryter upp bindningen hos triglyceriden till glycerol och FFA. Ett hormon som hämmar HSL-produktionen är insulin. HSL bryter upp två av de tre fettsyrorerna från glycerol medan monoglycerid-lipas bryter den sista bindningen mellan fettsyran och glycerolet. Ett fettbärande protein transporterar därefter de fria fettsyrorerna ut ur fettcellen till blodet där de plockas upp av ett nytt fettbärande protein som transporterar de vidare till muskelcellen. Omvandlingen från fettsyror till energi sker i mitokondrien. Fettsyror bryts ned via beta-oxidation och blir acetyl-CoA för att sedan transporteras till citronsyracykeln där de oxideras och omvandlas till energi (Manore, Meyer, Thompson, 2009). Den här processen påverkas av ett ökat fettintag hos en person. Ett ökat fettintag förändrar skelettmuskulaturens metaboliska processer genom att kolhydratoxidationen hämmas medan fettoxidationen ökar. Processen tar flera dagar att aktivera och ökningen sker progressivt. Metabolismen i skelettmuskulaturen anpassas till den förhöjda fettkonsumtionen och försöker då skapa en energibalans efter hand som fettkonsumtionen ökar. I de fall då energibalansen rubbas vid för högt kaloriintag hinner inte fettoxidationen med och fett lagras istället som triglycerider i kroppen (Bergouignan et al., 2012).

1.2.3 Fett i kosten

Flera olika matvaror innehåller fett, exempelvis smör, mjölk, nötkött, kyckling, lax, ägg, nötter och ost. Intag av bland annat kött- och mjölkprodukter innebär att både protein och fett ingår i maten som konsumeras. Triglycerider är den vanligaste formen av fett vi konsumerar under en dag. Vilka typer av fetter som utgör den totala energin från de animaliska produkterna varierar beroende på mängden mättat, enkelomättat och fleromättat fett produkten innehåller. De animaliska produkternas fettsammansättning är mellan 40-60 %

mättat fett, 30-50 % enkelomättat fett och 10-20 % fleromättat fett. I växtriket består enkelomättat och fleromättat fett mellan 80-90 % för den totala energin. Mättat fett uppgår till 10-20 % av den totala energiutvinningen från växtrikets fett (Manore et al., 2009).

1.2.4 Makronutrienternas energivärde

Fett är den energirikaste makronutrienten vi äter. Vid omvandling till energi motsvarar ett gram fett 9 kcal, detta är mer än dubbelt så hög energihalt än både kolhydrater och protein. Ett gram kolhydrater motsvarar 4 kcal, detsamma gäller protein som omvandlas till 4 kcal/g (Geissler & Powers, 2011).

1.3 Styrketräning

Definitionen för styrka lyder som följande; den maximala kraft som en muskel eller en muskelgrupp kan generera i en specifik hastighet. Redogörelsen av muskelstyrka involverar ett flertal faktorer, så som neurologisk kontroll, muskelns tvärsnittsytta, typ av muskelfibrer, muskellängd, ledvinkel, muskelkontraktionens hastighet, ledvinkelns hastighet samt kroppsstorlek. Neurologisk kontroll påverkar den maximala muskelkraften genom att se till vilka och hur många motoriska enheter som arbetar under en muskelkontraktion. En motorisk enhet består av ett neuron och den specifika muskelfiber som neuronet aktiverar. Neurologisk kontroll påverkar även graden av de motoriska enheternas signaler, det vill säga hur snabba nervsignalerna är. Muskelkraften ökar om fler enheter är inblandade i en kontraktion, om enheterna är större storleksmässigt eller om nervsignalerna skickas ut snabbare (Baechle & Earle, 2008).

Ett annat ord för muskelaktivering är muskelkontraktion. Det finns tre grundläggande typer av muskelkontraktion; koncentrisk, excentrisk och isometrisk. Vid en koncentrisk muskelkontraktion förkortas muskeln då den kontraktila kraften är större än motståndskraften, det vill säga de krafter som genererar en förkortning av muskeln är större än de externa krafter som påverkar muskelnornas förlängning av muskeln. Exempel på sporter som involverar koncentrisk muskelkontraktion är simning eller cykling. Motsatsen till koncentrisk kontraktion är en excentrisk muskelkontraktion, som går till genom att muskeln förlängs då de påverkande externa krafterna är större än den kontraktila kraften. Excentrisk muskelkontraktion förekommer inom styrketräning, där den excentriska kraften förhindrar att vikten accelererar nedåt på grund av gravitationskraften. Den tredje och sista typen av muskelkontraktion är isometrisk kontraktion, som innebär att muskelns längd förblir oförändrad på grund av att den kontraktila kraften är jämlig motståndskraften. Isometrisk

muskelkontraktion utövas exempelvis genom att hålla en vikt stilla i luften (Baechle & Earle, 2008).

1.3.1 Styrketräningens effekter

Anaerob träning består av högintensiva och återkommande omgångar av utförande som exempelvis styrketräning, plyometrisk träning, snabbhet, riktningförändringar (agility) och intervallträning. De prestationsbaserade adaptationer som hör till anaerob träning är specifika beroende på träningsprogrammet, som kan resultera i exempelvis ökning av muskelstyrka, muskelhypertrofi, muskeluthållighet och motorisk teknik (Baechle & Earle, 2008). För att styrketräning ska resultera i ökad muskelstyrka krävs neurologiska adaptationer och en ökning av muskelmassa hos utövaren (Burk et al., 2009). Det är främst under de första veckorna av ett styrketräningsprogram som de neurologiska adaptationerna sker hos styrkeidrottaren, då hjärnan lär sig att hantera och generera större kraft till den kontraktila vävnaden. De muskulära adaptationer som sker vid styrketräning är främst ökad storlek (ökad tvärsnittsytta), anpassning till lämplig muskelfibertyp beroende på träningsintensitet, samt framhävnig av biomekaniska och strukturella komponenter, till exempel enzymaktivitet och substratkoncentration hos skelettmuskulaturen. Dessa adaptationer resulterar därmed i ökad muskelstyrka, muskeluthållighet och power vilka anses som viktiga källor när det gäller prestation (Baechle & Earle, 2008).

En ökad tvärsnittsytta av existerande muskelfibrer kan också ses som muskelhypertrofi, det vill säga muskulär förstoring. Det finns ett starkt samband mellan en ökad tvärsnittsytta och muskelstyrka, som betyder att när muskeln växer i storlek förbättras även styrkan hos utövaren. Muskelhypertrofi orsakas av en ökning av syntes och degradering hos de kontraktila proteinerna aktin och myosin som finns i de kontraktila muskelfibrerna (Baechle & Earle, 2008). En ökad muskelproteinmetabolism orsakad av styrketräning i kombination med fria, cirkulerande aminosyror kan stimulera proteinsyntesen vilket bör resultera i muskelhypertrofi över en längre period (Andersen et al., 2005).

1.3.2 Styrketräning och proteinmetabolism

Styrketräning är en träningsform då kroppen lär sig att använda protein effektivare. Styrketräning har visats ha stor inverkan på muskelfunktion och muskelmorfologi, då den här typen av träning kan leda till muskelhypertrofi samt ökad muskelmassa. Efter styrketräning ökar muskelproteinomsättningen i kroppen på grund av en förhöjd proteinsyntes och proteindegradering, vilket är nödvändigt för att styrketräningen ska resultera i

muskelhypertrofi. Förhöjningen av syntes och degradering startar omedelbart vid styrketräningen, men är tillfällig och håller i sig 3-24 timmar efter avslutat träningspass. Proteinomsättningen sänks till grundnivå efter cirka 48 timmar. Vid vila anpassar kroppen energibehovet av protein så att så lite som möjligt förbränns, kroppen blir då mer effektiv på att spara proteinet. Det är även i återhämtningsfasen som proteinsyntesen ökar som mest; det sker en uppbyggnad av protein. Återhämtningsfasen är därför det stadiet då skelettmuskulaturen kan återhämta sig, utvecklas och lära sig utnyttja protein effektivare. Energiförbrukningen vid vila och under fysisk aktivitet skiljer sig åt, under fysisk aktivitet minskar troligen förbrukningen av protein då kroppen använder sig främst av bränslekällorna kolhydrater och fett (Jeukendrup & Gleeson, 2007; Andersen et al., 2005).

1.3.3 Proteinintag för styrkeidrottare

Det rekommenderade proteinbehovet för styrketränande individer ligger på 1,6–1,7 g/kg kroppsvikt/dag. Då de flesta livsmedel innehåller protein bör detta behov vara relativt enkelt att tillgodose med normal kosthållning, det behövs då inget extra proteinintag i form av proteintillskott. Ett överdrivet intag av protein, vilket överstiger 3 g/kg kroppsvikt/dag, har en negativ påverkan på kroppen och kan orsaka exempelvis njurskador, förhöjda blodfetter i blodet och uttorkning. Uttorkning är en följd av ökad kväveutsöndring i urinen, vilket ökar urinens volym och orsakar därmed uttorkning (Jeukendrup & Gleeson, 2007). Det finns fler negativa effekter som kan uppstå till följd av en överkonsumtion av protein. En överdrivet proteinrik kost kan orsaka njurstress, kalciumbrist, nedbrytning av skelettet samt ett högre intag av mättat fett och lågt intag av kostfibrer. Ett överskott av protein kan vara associerat med ett överskott av kalorier, vilket orsakar en viktuppgång i fett, inte muskelmassa (Lowery & Devia, 2009).

2. Syfte

Hur omsätts protein och fett i kroppen i samband med styrketräning, vilka fördelar och nackdelar kan en protein- och fettrik kost ha?

3. Metod

3.1 Val av metod

I dagsläget finns det en hel del kunskap om nödvändigheten att konsumera protein för att optimera muskeluppbyggnad vid styrketräning. Dock, om en styrketräningsutövare ökar intaget av kött- och mejeriprodukter kommer individen även att öka sitt fettintag. Den här litteraturstudien har därför centrerats på hur både protein och fett omsätts i kroppen hos en styrketränande person, dessutom ligger fokus på att skapa en tydligare bild av hur protein- och fettrik kost påverkar styrketräning och dess effekter.

3.2 Litteratursökning

Litteraturstudiens information baseras på böcker och artiklar hittade från olika databaser. Artiklarna hittades med hjälp av databaserna SportDiscus, SciVerse Science Direct och Pubmed. Artiklarna hittades även genom sökmotorerna Google Scholar samt SUMMON (Worcester University). Vid sökning i databasen SciVerse Science Direct avgränsades sökningen till kriterierna ”abstract”, ”titel” och ”keywords”. Under sökningen begränsades kriterierna till studier på engelska som tidigast publicerades år 1996.

Sökorden som har använts är *high fat diet and resistance training* (65 träffar), *high fat diet and protein diet* (9857 träffar), *resistance training and protein diet* (412 träffar), *protein and fat storage* (14055 träffar) samt *resistance training and macronutrient* (116 träffar). Utifrån träffarna valdes specifika artiklar ut genom att läsa abstrakt och titel. Ytterligare studier hittades utifrån tidigare studiers referensförteckning. Litteraturstudien grundar sig på totalt 24 stycken artiklar.

3.3 Inklusionskriterier

Våra inklusionskriterier var studier som inriktar sig på styrketräning, studier som beskriver högt protein- och fettintag men även studier som kombinerar styrketräning med högt protein- och fettintag.

3.4 Förväntat resultat

Våra förväntade resultat efter litteraturstudiens slut är att endast protein är det som är optimalt för styrketränande individer då protein är den primära källan för uppbyggnad av aminosyror till proteiner.

4. Resultat

4.1 Kroppens adaptationer till proteinintag i samband med styrketräning

När det gäller protein och proteinintag i kombination med styrketräning visade många studiers resultat att ett högt intag av protein kan orsaka ökad proteinsyntes, en ökad muskelmassa samt en ökad viktnedgång hos överviktiga personer (Phillips, 2009; Burk et al., 2009; Andersen et al., 2005; Børsheim et al., 2004; Clifton, Bastiaans, Keogh, 2009; Kerksick et al., 2007; Sacks et al., 2009; Hu, 2005; Kim, Lee, Choue, 2011; Meckling & Sherfey, 2006). I kombination med styrketräning ökar muskelproteinsyntesen i kroppen, och enligt Wilkinsons et al. (2007) är det viktigt att bevara balansen hos muskelproteinsyntesen genom att öka mängden protein som konsumeras vid styrketräning. För att motverka en negativ balans och muskelnedbrytning efter styrketräning bör protein konsumeras direkt efter eller strax efter att träningen är slutförd då en positiv proteinbalans kan leda till ökad muskelmassa i kombination med styrketräning (Wilkinson et al., 2007; Burk et al., 2009; Kim et al., 2011). En studie som motsäger detta är Maesta et al. (2006) där proteinsupplement i form av sojaprotein inte påverkade kroppsammansättningen efter 16 veckor av styrketräning.

Fyra stycken studier har tittat på olika proteinsupplement i kombination med styrketräning. Dessa studier har visat att olika makronutrierter, det vill säga fett, kolhydrater och protein, har olika effekt när det gäller styrketräning, samt att vilken sorts protein som intas kan ha betydelse för både styrketräningen och stimulering av proteinsyntesen (Børsheim et al., 2004; Kerksick et al., 2006; Andersen et al., 2005; Roy & Tarnopolsky, 1998). Studien av Børsheim et al. (2004) påvisar att kroppens proteinsyntes ökar i samband med ett ökat proteinintag. Studien menar att upptaget av protein till musklerna samt proteinsyntesen generellt sett är större i återhämtningen efter styrketräning, och att det är fria aminosyror i kombination med proteinintag som är lämpligast för muskelproteinupptag samt stimulering av proteinsyntes. Studien undersökte därmed vad som är lämpligast genom att jämföra två olika blandningar som testpersonerna fick dricka under två testtillfällen. Vid det första testtillfället fick testpersonerna en proteindrink bestående av vassleprotein, kolhydrater samt aminosyror en

timme efter styrketräning. Vid det andra testtillfället fick försökspersonerna istället en kolhydratdrink som även den intogs en timme efter styrketräning. Resultatet visade att proteindrinken stimulerade upptaget av protein bättre och var mer långvarig än kolhydratdrinken efter styrketräning. Resultatet visade också att det inte nödvändigtvis behöver vara proteinintagets tidpunkt som har inverkan på muskelmassan utan istället vilken sorts protein som intas. Proteindrinken, som innehöll en viss del kolhydrater, medförde dessutom en positiv insulineffekt på aminosyraupptaget från plasman.

Kersick et al. (2006) är ytterligare en studie som visar att proteinsyntesen och upptaget påverkas av vilken sorts protein som intas. 36 stycken testpersoner delades in i tre grupper med antingen vassle- och kaseintillskott, tillskott innehållandes vassle, grenade kedjor av aminosyror och L-glutamin eller kolhydrattillskott under ett 10-veckors styrketräningsprogram. Vassle- och kaseintillskottet visades vara det mest effektiva tillskottet då det förbättrade både kroppssammansättningen samt resultat i bland annat 1 RM benpress och 1 RM bänkpress. Studien menar också på att vassle är ett kvalitetsprotein som innehåller alla essentiella aminosyror vilka främjar proteinsyntesen i större grad i samband med styrketräning.

En annan studie som tittade på fett, protein och kolhydraters effekt vid styrketräning är studien av Roy & Tarnopolsky (1998). Undersökningen handlade om hur muskelglykogenets resyntes påverkades av olika makronutrienters konsumtion efter ett pass av styrketräning. En blandning av kolhydrater, fett och protein i flytande form jämfördes med en kolhydratdrink och placebo. Resultatet visade att konsumtion av kolhydratdrinken och kolhydrat-, protein- och fettblandningen direkt efter med ytterligare intag en timme efter avslutad styrketräning ökade både muskelglykogennivåer och plasmaglukosen i kroppen. Studien av Andersen et al. (2005) jämförde också kolhydraters och proteinets effekt i kombination med styrketräning. Studiens syfte var att undersöka skillnaden i muskelhypertrofi vid en specifik mängd konsumerat protein jämfört med kolhydrater. En ökad konsumering av protein i kombination med styrketräning visade på en signifikant ökning av muskelhypertrofi jämfört med en ökad konsumtion av kolhydrater i kombination med styrketräning, som inte visade på någon ökad muskelhypertrofi.

4.1.1 Proteinintag och viktnedgång i samband med styrketräning

En annan effekt av ett högt proteinintag i samband med styrketräning har i några studier visat på en ökad viktnedgång (Hu, 2005; Labayen et al., 2002; Ounis et al., 2008). I

litteraturstudien av Hu (2005) nämns tidigare studier som har visat på en ökad viktnedgång hos överviktiga personer i samband med en proteinrik diet och styrketräning. Studierna har dock endast pågått i sex månader och Hu (2005) menar därför att det främst är under de första sex månaderna som viktnedgången ökar mest. Samma litteraturstudie framlägger att ett högt intag av protein kan underlätta viktnedgång på grund av ett flertal samverkande faktorer. Exempel på detta är att ett högre intag av protein ger en ökad mättnadskänsla som leder till minskat energiintag, vilket i sin tur kan skapa gynnsammare förutsättningar för viktnedgång. Artikeln tar också upp att en högre temperatur kan vara en tänkbar mekanism som spelar in. Vid ett högt proteinintag höjs temperaturen, vilket kan bero på att kroppen inte har tillräckligt med lagringsutrymme för proteinet och det måste därför bli metaboliskt processerat, det vill säga utnyttjas som energi. Den förhöjda temperaturen kan också vara orsakad av en ökad proteinsyntes i kroppen då fria aminosyror finns tillgängliga.

Ett minskat intag av kalorier och ett ökat proteinintag med upp till 30 % av den totala energikonsumtionen/dag kan resultera i förhöjd fettoxidation och viktminskning. I dessa studier berodde viktminskningen främst på minskad fettmassa hos individerna då den ökade mängden protein som konsumerades på bekostnad av kolhydrater reducerade glukosoxidationen, samtidigt som proteinsyntesen och muskelmassan förblev oförändrad (Labayen et al., 2002; Ounis et al., 2008).

4.2 Kroppens adaptationer till en fettrik kost i samband med styrketräning

De studier som undersökte styrketräningens effekt i samband med ett högt fettintag kom fram till att styrketräning, likväl som hög fettkonsumtion, kan orsaka en ökad fettoxidation, både hos normal- och överviktiga personer (Ormsbee et al., 2007; Ormsbee et al., 2009; Boshier et al., 2004). I studien av Ormsbee et al. (2007) undersöktes hur akut styrketräning påverkar substratoxidation samt lipolys i fettvävnad för att bättre förstå hur styrketräning kan resultera i förbättrad kroppssammansättning. I studien deltog åtta stycken unga män med erfarenhet av styrketräning sedan två år tillbaka. Resultatet visade en förhöjd fettoxidation och energiåtgång efter styrketräning, samt en förhöjd lipolys både under och efter styrketräning. Ormsbee et al. (2007) förklarade att den förhöjda fettoxidationen efter styrketräning kan bero på att all tillgänglig glukos lagras in som glykogen, då byter muskulaturen substratanvändning till fett. Studien menar därför att dynamisk styrketräning över en period på minst tre månader kan öka kroppens lipolys och därmed fettoxidation.

Ormsbee et al. (2009) utförde ytterligare en studie kring akut styrketräning och fettoxidation, den här gången deltog 20 stycken stillasittande, normal- och överviktiga män som delades in i två grupper. Undersökningen visade att akut styrketräning ökade fettoxidationen för båda grupperna. Även glycerolkoncentrationen i blodet var förhöjd hos båda grupperna, dock främst hos de normalviktiga testpersonerna, medan styrketräningen pågick.

Bosher et al. (2004) utförde en studie om styrketräningens effekt på fett- och kolhydratoxidation vid ett högt intag av fett respektive kolhydrater direkt efter styrketräning. Bosher et al. (2004) resultat visade på att fettoxidationen i kroppen ökar succesivt vid ett högt fettintag i kombination med styrketräning. Mängden glycerol och triglycerider i blodet ökade efter ett högt fettintag och detta förknippades med konsumtionen av fett samt den ökade fettoxidationen till följd av styrketräningen.

4.3 Negativa effekter av ett högt protein- och fettintag

Något annat kring protein som några studier och litteraturstudier har studerat och undersökt är att för mycket protein kan ha negativa effekter på kroppen, bland annat på grund av det mättade fett som finns i många proteinkällor. De negativa effekter som har framkommit är förhöjt blodtryck, njurstress, kalciumbrist, skelettnedbrytning, förhöjt intag av mättat fett och lågt intag av fibrer, ökad viktuppgång i form av fettinlagring samt hjärt- och kärlsjukdomar (Lowery et al., 2009; Hu, 2005; Eisenstein et al., 2002; Hu et al., 1999). Några av studierna, respektive en litteraturstudie, skiljer sig åt gällande resultat och slutsats kring den här frågan. Det som skiljer sig åt mellan resultat och slutsats är att vissa studiers hypotes inte stöds utifrån det resultat som framkom, exempelvis beskriver Hu et al. (1999) att en proteinrik kost kan ge förhöjda kolesterolvärden samt att det i vissa fall finns ett samband mellan animaliskt protein och ischemisk hjärtsjukdom, det vill säga då hjärtmuskulaturen inte får tillräcklig mängd syre. Hu et al. (1999) kom sedan fram till att de testpersonerna med ett högt proteinintag hade lägre tendens att röka, dricka alkohol och större avsikt att utöva fysisk aktivitet. De åt även mer andel kött, mättat fett, mörkt bröd, grönsaker och frukt jämfört med de som åt mindre mängd protein. Studiens slutsats lyder som följande att ett högt proteinintag innebär en låg risk att drabbas av ischemisk hjärtsjukdom.

Några negativa effekter så som försämrade kolesterolvärden och tilltäppta blodkärl till följd av ett högt proteinintag har kunnat ses hos vissa djur, till exempel kaniner och råttor (Hu et al., 1999; Hu, 2005). Hu (2005) tar i sin litteraturstudie upp och beskriver dessa negativa effekter som kan ske, orsakade av en överkonsumtion av protein, men nämner också att olika

typer av protein har olika kardiovaskulära effekter hos människan. Hu (2005) nämner bland annat att livsmedel med hög proteinhalt så som kött och feta mejeriprodukter även är källor med stor halt mättat fett och kolesterol, samt att det finns tydliga korrelationer mellan mättat fett, kolesterol och kardiovaskulära sjukdomar. Dock har tidigare epidemiologiska studier fastställt att proteinets påverkan och risk för att utveckla kardiovaskulära sjukdomar inte enbart styrs av mättat fett och kolesterol, utan även av mängden och vilken typ av exempelvis kött och mejeriprodukter som konsumeras. Hu (2005) menar i sin slutsats att det finns ett flertal studier som talar för att en proteinrik kost kan ge positiva effekter på kort sikt, till exempel viktnedgång.

I studien av Iso et al. (2001) undersöktes hypotesen att ett lågt intag av animaliskt och mättat fett samt protein är en riskfaktor för att utveckla hjärnblödning hos kvinnor. Studien, som utfördes baserat på The Nurses' Health Study, kom fram till att de kvinnor som hade ett lågt proteinintag låg i riskzonen för att utveckla hjärnblödning i samverkan med andra faktorer och beteenden som spelar in, exempelvis ärftlighet, fysisk inaktivitet, alkoholintag med mera. Iso et al. (2001) menar därför, precis som Hu (2005), att det finns flera faktorer som påverkar uppkomsten av flera sjukdomar, inte enbart protein- och fettintag.

Sammanfattningsvis, ett ökat protein- och fettintag kan ha positiva effekter på styrketräning genom en stimulerad proteinsyntes och ökad fettoxidation som kan leda till muskelhypertrofi och/eller viktnedgång. Ett ökat intag av fett kan öka kroppens fettoxidation i kombination med styrketräning så länge mängden ej överkonsumeras.

5. Diskussion

Syftet med den här litteraturstudien var att se effekterna av protein- och fett och dess påverkan på styrketräning. I några studier har vi sett att proteinsyntesens stimulering verkar påverkas av vilket slags protein som intas (Børsheim et al., 2004; Kerksick et al., 2006; Roy & Tarnopolsky, 1998). Beroende på proteinets kvalitet och uppbyggnad stimuleras proteinsyntesen på olika sätt. Effekten av proteinsyntesen skulle kunna öka då proteinkällan innehåller både aminosyror samt kolhydrater. Vi tror att det här kan bero på kolhydraternas positiva insulineffekt i samband med aminosyraupptaget. Genom att konsumera en kombination av kolhydrater och aminosyror kan proteinsyntesen stimuleras och därmed förbättra uppbyggnaden av proteiner i kroppen.

Några studier har även tittat på mängden protein samt kombinationen av olika makronutrientier som konsumeras (Wilkinson et al., 2006; Maesta et al., 2006). I dessa studier användes sojaprotein kombinerat med kolhydrater och fett, respektive endast sojaprotein som kosttillskott. Kombinationen av sojaprotein, kolhydrater och fett visade på en förbättrad kroppssammansättning i form av muskelmassa. Detta kan bero på ett flertal faktorer, exempelvis kan blandningen av protein, kolhydrater och fett medföra större fokus på just proteinsyntesen än att utnyttja proteinet som energi. I studien där endast sojaprotein konsumerades fanns inte tillgängligheten till kolhydrater eller fett vilket uteslöt insulinets inverkan på aminosyraupptaget. Andra påverkande faktorer kan även vara träningsintensitet, belastning, genusskillnader samt tidpunkt för intaget.

Styrketräning har inte enbart visats ha fördelaktiga effekter kring proteinsyntes och dess stimulering, utan även när det gäller fettoxidation (Ormsbee et al., 2007; Ormsbee et al., 2009; Boshier et al., 2004). Ett ökat fettintag kan förändra skelettmuskulaturens metaboliska processer genom att hämma kolhydratoxidationen och istället främja fettoxidationen (Bergouignan et al., 2012). En ökad fettoxidation till följd av en förhöjd fetthalt i kosten har främst kunnat påvisas när det gäller uthållighetsträning (Jeukendrup & Gleeson, 2007). Dock har de studier som vi har granskat sett liknande resultat hos styrketränande individer. I studien av Ormsbee et al. (2007) gick det att urskilja en signifikant förhöjd fettoxidation och energiåtgång efter styrketräning, även en ökad lipolys både under och efter styrketräningen. Detta resultat kan bero på att kroppen anpassats till att ha fett som substrat efter styrketräning, därmed sker en inlagring av den befintliga glukosen till glykogen. Faktum är att testpersonerna som deltog i studien hade minst två års erfarenhet av styrketräning, detta kan bero på en adaptation att använda fett som bränsle istället för glykogen. Vi tror även att

träningens intensitet är en påverkande faktor, då lägre träningsintensitet kan stimulera kroppens utnyttjande av fett som substrat.

Liknande resultat har framkommit från en annan studie, även den utförd av Ormsbee et al. (2009). De två grupperna, som delades in i antingen normalviktiga eller överviktiga, visade resultat på en ökad oxidation av fett efter akut styrketräning. Båda grupperna hade även en förhöjd glycerolkoncentration i blodet under styrketräningsspasset, främst hos de normalviktiga testpersonerna. Ormsbee et al. (2009) förklaring till att den normalviktiga gruppens glycerolnivå var signifikant högre än de överviktigas, var att de överviktiga testpersonernas lipolys försvagades under träningspasset. Detta kan bero på att de överviktiga testpersonernas fettoxidation koncentrerades till andra delar av kroppen än just studiens mätområde, eller att de normalviktiga personerna hade en högre anpassningsförmåga till att utnyttja fett som primär bränslekälla jämfört med de överviktiga. En annan anledning till detta kan vara att intensiteten under styrketräningsspasset stimulerade kroppen till att använda fett som bränsle och därmed ökade fettoxidationen. Ytterligare en möjlig orsak till förhöjd glycerolkoncentration i blodet kan bero på att träningsintensiteten förblev under 65 % av VO_{2max} , vilket stimulerade kroppens lipolys till följd av en förhöjd fettoxidation och en ökad nivå av blodglycerol uppstod (Jeukendrup & Gleeson, 2004).

Ytterligare en studie som syftar till att styrketräning kan förbättra fettoxidationen är Boshier et al. (2004) studie, där ett högt fettintag visade sig gradvis öka kroppens fettoxidation i kombination med styrketräning, jämfört med ett högt kolhydratintag. Det höga intaget av fett resulterade i ökad mängd glycerol och triglycerider i blodet. Detta anser vi kan ha ett samband med den ökade fettoxidationen då kroppen, efter styrketräning, anpassades till att utnyttja fett vilket kan förklara de förhöjda glycerol- och triglyceridnivåerna i plasman.

Ett ökat intag av protein och fett kan ha negativa effekter på kroppen, bland annat på grund av att det existerar hög halt mättat fett i många proteinkällor. De negativa effekter som har framkommit är förhöjt blodtryck, njurstress, kalciumbrist, skelettnedbrytning, förhöjt intag av mättat fett och lågt intag av fibrer, ökad viktuppgång i form av fettinlagring samt hjärt- och kärlsjukdomar (Lowery et al., 2009; Hu, 2005; Eisenstein, 2002). Vi anser dock att dessa negativa effekter inte enbart styrs av ett högt protein- och fettintag, andra påverkande faktorer kan vara fysisk inaktivitet, ärftlighet, rökning, alkohol eller övervikt. Dessutom kan olika typer av protein ha olika effekter på kroppen. Exempelvis innehåller proteinrika livsmedel så som kött och feta mejeriprodukter även en stor halt mättat fett, vilket kan påverka uppkomsten

av hjärt- och kärlsjukdomar. Dock finns det andra proteinkällor som har en annan sammansättning men samma proteinhalt, vilket kan vara ett bättre alternativ för vissa individer. Detta innebär att det i slutändan är individens eget beslut kring vilken slags kost som konsumeras.

5.1 Slutsats

Slutligen, förväntat resultat för den här litteraturstudien var att proteinrik kost är det som är optimalt för styrketränande individer då protein är den primära källan för uppbyggnad av aminosyror till proteiner. Dock har resultatet visat på andra positiva argument kring fett och protein. Vid muskelhypertrofi är protein den optimala källan medan ett ökat fettintag i samband med styrketräning medför att fett utnyttjas i större utsträckning och en ökning av lipolys och fettoxidation uppstår. Ett högt proteinintag kan stimulera proteinsyntesen, samtidigt som protein kan ha en positiv inverkan till viktnedgång. Likväl så kan en överkonsumtion av protein och fett ha negativ effekt på kroppen, till exempel ökad risk för kardiovaskulära sjukdomar. Ett överdrivet fettintag kan även ha reducerande inverkan på glykogeninlagringen. Beroende på individens mål med styrketräningen kan protein och fett ha olika effekt, därmed finns olika alternativ att tillhandahålla. Det medverkar till att upplägget blir väldigt individualiserat beroende på vad individens behov är.

6. Referensförteckning

- ABRAHAMSSON, L., ANDERSSON, A., BECKER, W., NILSSON, G. (2006). *Näringslära för högskolan*. Stockholm, Liber AB.
- ANDERSEN, L.L., TUFEKOVIC, G., ZEBIS, M.K., CRAMERI, R.M., VERLAAN, G., KJÆR, M., SUETTA, C., MAGNUSSON, P., AAGAARD, P. (2005). The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. *Metabolism, Clinical and Experimental*, 54, 151-156.
- BAECHLE, T.R., EARLE, R.W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. United States of America, Human Kinetics.
- BERGOUIGNAN, A., GOZANSKY, W.S., BARRY, D.W., LEITNER, W., MACLEAN, P.S., HILL, J.O., DRAZNIN, B., MELANSON, E.L. (2012). Increasing dietary fat elicits similar changes in fat oxidation and markers of muscle oxidative capacity in lean and obese humans. *PLOSone*, 7(1), 1-11.
- BOSHER, K.J., POTTEIGER, J.A., GENNINGS, C., LUEBBERS, P.E., SHANNON, K.A., SHANNON, R.M. (2004). Effects of different macronutrient consumption following a resistance-training session on fat and carbohydrate metabolism. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 212-219.
- BURK, A., TIMPMANN, S., MEDIJAINEN, L., VÄHI, M., ÖÖPIK, V. (2009). Time-divided ingestion pattern of casein-based protein supplement stimulates an increase in fat-free body mass during resistance training in young untrained men. *Journal of Nutrition Research*, 29, 405-413.
- BØRSHEIM, E., AARSLAND, A., WOLFE, R.R. (2004). Effect of an amino acid, protein, and carbohydrate mixture on net muscle protein balance after resistance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14, 255-271.
- CLIFTON, P.M., BASTIAANS, K., KEOGH, J.B. (2009). High protein diets decrease total and abdominal fat and improve CVD risk profile in overweight and obese men and women with elevated triacylglycerol. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 19, 548-554.
- EISENSTEIN, J., ROBERTS, S.B., DALLAL, G., SALTZMAN, E. (2002). High-protein weight-loss diets: Are they safe and do they work? A review of the experimental and epidemiologic data. *Nutrition Reviews*, 60(7), 189-200.
- GARROW, J.S., JAMES, W.P.T. (1996). *Human nutrition and dietetics*. 9th edition. Edinburgh, Churchill Livingstone.
- GEISSLER, C., POWERS, H. (2011). *Human Nutrition*. 12th edition. Edinburgh, Churchill Livingstone.
- HU, F.B. (2005). Protein, body weight and cardiovascular health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82, 242-247.

HU, F.B., STAMPFER, M.J., MANSON, J.E., RIMM, E., COLDITZ, G.A., SPEIZER, F.E., HENNEKENS, C.H., WILLETT, W.C. (1999). Dietary protein and risk of ischemic heart disease in women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 221-227.

ISO, H., STAMPFER, M.J., MANSON, J.E., REXRODE, K., HU, F.B., HENNEKENS, C.H., COLDITZ, G.A., SPEIZER, F.E., WILLETT, W.C. (2001). Prospective study of fat and protein intake and risk of intraparenchymal hemorrhage in women. *Circulation*, 103, 856-863.

JEUKENDRUP, A., GLEESON, M. (2004). *Sport nutrition – an introduction to energy production and performance*. United States of America, Human Kinetics.

JEUKENDRUP, A., GLEESON, M. (2007). *Idrottsnutrition – för bättre prestation*. Stockholm, SISU Idrottsböcker.

KERKSICK C.M., RASMUSSEN, C.J., LANCASTER, S.L., MAGU, B., SMITH, P., MELTON, C., GREENWOOD, M., ALMADA, A.L., EARNEST, C.P., KREIDER, R.B. (2006). The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 20(3), 643-653.

KERKSICK, C.M., RASMUSSEN, C.J., LANCASTER, S., STARKS, M., SMITH, P., MELTON, C., GREENWOOD, M., ALMADA, A., KREIDER, R. (2007). Impact of differing protein sources and a creatine containing nutritional formula after 12 weeks of resistance training. *Nutrition*, 23, 647-656.

KIM, H., LEE, S., CHOUE, R. (2011). Metabolic responses to high protein diet in Korean elite bodybuilders with high-intensity resistance exercise. *Journal of the international society of sports nutrition*, 8, 10.

LABAYEN, I., DÍEZ, N., PARRA, D., GONZÁLEZ, A., MARTÍNEZ, J.A. (2002). Total and endogenous oxidation in obese women during a 10 weeks weight loss program based on a moderately high protein energy-restricted diet. *Journal of Nutrition Research*, 24, 7-18.

LOWERY, L.M., DEVIA, L. (2009). Dietary protein safety and resistance exercise: what do we really know? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6, 3.

MAESTA, N., NAHAS, E.A.P., NAHAS-NETO, J., ORSATTI, F.L., FERNANDES, C.E., TRAIMAN, P., BURINI, R. (2006). Effects of soy protein and resistance exercise on body composition and blood lipids in postmenopausal women. *The European Menopause Journal*, 56, 350-358.

MANORE, M.M., MEYER, M.L., THOMPSON, J. (2009). *Sport nutrition for Health and Performance*. 2nd edition. United States of America, Human Kinetics

MECKLING, K.A., SHERFEY, R. (2006). A randomized trial of a hypocaloric high-protein diet, with and without exercise, on weight loss, fitness, and markers of the Metabolic Syndrome in overweight and obese women. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism* 32, 743-752.

ORMSBEE, M.J., CHOI, D.M., MEDLIN, J.K., GEYER, G.H., TRANTHAM, L.H., DUBIS, G.S., HICKNER, R.C. (2009). Regulation of fat metabolism during exercise in sedentary lean and obese men. *Journal of Applied Physiology*, 106, 1529-1537.

ORMSBEE, M.J., THYFAULT, J.P., JOHNSON, E.A., KRAUS, R.M., CHOI, M.D., HICKNER, R.C. (2007). Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. *Journal of Applied Physiology*, 102, 1767-1772.

OUNIS, O.B., ELLOUMI, M., AMRI, M., TRABELSI, Y., LAC, G., TABKA, Z. (2008). Impact of training and hypocaloric diet on fat oxidation and body composition in obese adolescents. *Science & Sports*, 24, 178-185.

PHILLIPS, S.M. (2009). Physiologic and molecular bases of muscle hypertrophy and atrophy: impact of resistance exercise on human skeletal muscle protein and exercise dose effects. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 34, 403-410.

ROY, B.D., TARNOPOLSKY, M.A. (1998). Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 84, 890-896.

SACKS, F.M., BRAY, G.A., CAREY, V.J., SMITH, S.R., RYAN, D.H., ANTON, S.D., MCMANUS, K., CHAMPAGNE, C.M., BISHOP, L.M., LARANJO, N., LEBOFF, M.S., ROOD, J.C., DE JONGE, L., GREENWAY, F.L., LORIA, C.M., OBARZANEK, E., WILLIAMSON, D.A. (2009). Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein and carbohydrates. *The New England Journal of Medicine*, 360, 859-873.

WILKINSON, S.B., TARNOPOLSKY, M.A., MACDONALD, M.J., MACDONALD, J.R., ARMSTRONG, D., PHILLIPS, S.M. (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 85, 1031-1040.