

Inverkan av vassleprotein i samband med styrketräning på ökning av muskelmassa

Johanna Björklund

Examensarbete
Idrott och hälsopromotion
2013

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Idrott och hälsopromotion
Identifikationsnummer:	11575
Författare:	Johanna Björklund
Arbetets namn:	Inverkan av vassleprotein i samband med styrketräning på ökning av muskelmassa
Handledare (Arcada):	Ilse Tillman
Uppdragsgivare:	
<p>Sammandrag:</p> <p>Proteintillskott är populära bland fysiskt aktiva personer. Protein består av aminosyror som har olika uppgifter och egenskaper. De två huvudsakliga proteinkällorna i mjölk är kasein och vassle. Vassleprotein innehåller höga halter av grenade aminosyror (BCAA) som är viktiga faktorer vid reparation och återuppbyggnad av vävnad. Aminosyrorna i vassleprotein absorberas effektivt. För att effektivt öka muskelmassa krävs balans av träning, vila och näring. Protein påverkar muskeltillväxten genom att fungera som byggstenar.</p> <p>Syftet med denna systematiska litteraturstudie är att ta reda på om vassleprotein i samband med styrketräning inverkar på ökning av muskelmassa hos friska, vuxna individer och i så fall på vilket sätt. Frågeställningen inom studien är: Inverkar vassleprotein i samband med styrketräning på ökning av muskelmassa och i så fall på vilket sätt?</p> <p>Frågorna besvarades genom en systematisk litteraturstudie baserat på Forsberg & Wengström (2008). Femton artiklar inkluderades för att besvara forskningsfrågorna. Artiklarna var publicerade 2007 – 2012 och skrivna på engelska.</p> <p>Resultaten indikerar på att vassleprotein har positiv effekt på ökning av muskelmassa. Muskelmassan tycks öka främst i och med förändring i proteinsyntes, aminosyrkoncentration, anabola hormoner och muskelhypertrofi då styrketräning kombineras med intag av vassleprotein. Endast 2 av 15 artiklar kom fram till att vassleprotein inte inverkar positivt på resultatet. Informationen som erhållits kan användas allmänt som råd samt som ett hjälpmedel inom instruktörsarbete.</p>	
Nyckelord:	Vassleprotein, muskelhypertrofi, muskelmassa, aminosyra
Sidantal:	46
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Sport and health promotion
Identification number:	11575
Author:	Johanna Björklund
Title:	The effect of whey protein in conjunction with resistance training, on increasing muscle mass
Supervisor (Arcada):	Ilse Tillman
Commissioned by:	
Abstract:	
<p>Protein supplements are popular among physically active people. The protein consists of amino acids that have different functions and characteristics. The two main sources of protein in milk is casein and whey. Whey protein contains high levels of branched chain amino acids (BCAA) which are important factors in the repair and reconstruction of tissue. The amino acids in whey protein are absorbed effectively.</p> <p>In order to effectively increase muscle mass balance of exercise, rest and nutrition are required. Protein affects muscle growth by acting as building blocks.</p> <p>The purpose of this systematic literature review is to find out if whey protein in conjunction with resistance training affects the structure of muscle mass in healthy adult subjects and if so, in what way. The research questions in the study are: Does whey protein and resistance training have an impact on increasing muscle mass and if so, how? Questions were answered by a systematic literature review based on Forsberg & Wengström (2008). Fifteen articles were included to answer the research questions. Articles were published 2007 - 2012 and written in English.</p> <p>The results indicate that whey protein has a positive effect on increasing muscle mass. Muscle mass seems to increase primarily due to changes in protein synthesis, amino acid concentration, anabolic hormones and muscle hypertrophy when strength training is combined with intake of whey protein. Only 2 of 15 articles concluded that whey protein did not impact positively on the results. The information obtained can be used as a tool in the instructor's work and as advice.</p>	
Keywords:	Whey protein, muscle hypertrophy, muscle mass, amino acid
Number of pages:	46
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Liikunta ja terveyden edistäminen
Tunnistenumero:	11575
Tekijä:	Johanna Björklund
Työn nimi:	Heraproteiinin vaikutus lihasmassan kasvuun voimaharjoittelun yhteydessä
Työn ohjaaja (Arcada):	Ilse Tillman
Toimeksiantaja:	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Proteiini lisäravinteet ovat suosittuja fyysisesti aktiivisten ihmisten keskuudessa. Proteiinit koostuvat aminohapoista, joilla on erilaiset toiminnot ja ominaisuudet. Maidon kaksi olennaisinta proteiinilähdettä ovat kaseiini ja hera. Heraproteiini sisältää korkeita pitoisuuksia haaraketjuisia aminohappoja (BCAA), jotka ovat tärkeitä tekijöitä kudosten korjaamisessa ja jälleenrakentamisessa. Heraproteiinin aminohapot imeytyvät tehokkaasti. Tehokkaan lihasmassan kasvuun tarvitaan tasapaino liikunnasta, levosta ja ravitsemuksesta. Proteiini vaikuttaa lihasten kasvuun toimimalla rakennusaineena. Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoitus on selvittää, vaikuttaako heraproteiini voimaharjoittelun yhteydessä lihasmassan kasvuun terveillä aikuisilla, ja jos vaikuttaa niin miten. Tutkimuskysymykset ovat: vaikuttaako heraproteiini ja voimaharjoittelu lihasmassan kasvuun, jos vaikuttaa niin millä tavalla? Kysymyksiin vastattiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla, joka perustuu Forsberg & Wengström (2008). Viisitoista artikkelia sisällytettiin ja tutkittiin niin, että ne vastasivat tutkimuksen kysymyksiin. Artikkelit julkaistiin 2007 - 2012 ja olivat kirjoitettu englanniksi. Tulokset osoittavat että heraproteiinilla on myönteinen vaikutus lihasmassan kasvuun. Lihasmassa näyttää lisääntyvän suurimmaksi osaksi proteiinisynteesin aminokonsentraatiosta, anaboolisista hormoneista ja lihasten hypertrofiasta silloin kun voimaharjoittelu yhdistetään vassleproteiinin saantiin. Vain kaksi viidestätoista artikkelista päätteli, että heraproteiini ei vaikuttaisi positiivisesti tulokseen. Saatuja tietoja voidaan käyttää yleisesti ohjeena ja välineenä ohjaajan työssä.</p>	
Avainsanat:	Heraproteiini, lihasten hypertrofia, lihasmassaa, aminohappo
Sivumäärä:	46
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

INNEHÅLL

1	INLEDNING	7
2	PROTEIN	9
2.1	Aminosyror	10
2.1.1	<i>Essentiella aminosyror</i>	11
2.1.2	<i>Aminosyraomsättningen i levern</i>	11
2.2	Vassleprotein	12
2.3	Proteinsyntes	13
3	ÖKNING AV MUSKELMASSA	15
3.1	Muskler	16
3.2	Anabola hormoner	18
4	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	19
5	METOD	19
5.1	Inklusions- och exklusionskriterier	20
5.2	Validitet och reliabilitet	21
5.3	Material och datainsamling	22
5.4	Kvalitetsgranskning	25
6	RESULTAT	28
6.1	Vassleproteinets inverkan på anabola hormon i samband med styrketräning	35
6.2	Vassleproteinets inverkan på aminosyrakoncentrationen i samband med styrketräning	36
6.3	Vassleproteinets inverkan på proteinsyntesen i samband med styrketräning	37
6.4	Vassleproteinets inverkan på musklerna i samband med styrketräning	38
7	DISKUSSION	39
7.1	Metoddiskussion	39
7.2	Resultatdiskussion	41
	KÄLLOR	44

FIGURER

Figur 1. <i>Blockdiagram över urvalsprocessen</i>	24
---	----

TABELLER

Tabell 1. <i>Sökningsträffar i Pubmed</i>	22
Tabell 2. <i>Sökningsträffar i kombinerad sökning i Sportdiscus och Academic Search Elite</i>	23
Tabell 3. <i>Kvalitetsgranskning</i>	26
Tabell 4. <i>Redogörelse över design, använd placebo och eventuell kontrollgrupp, deltagarantal, antalet bortfall, längd och kvalitet hos de vetenskapliga artiklar som inkluderades i studien.</i>	29
Tabell 5. <i>Redogörelse över gjorda styrkeövningar, när supplementet intogs samt vad dess innehåll, vilka tester som utfördes och hur många träningar i veckan deltagarna i forskningarna utförde i de inkluderade vetenskapliga artiklarna.</i>	31
Tabell 6. <i>Huruvida vassleprotein i samband med styrketräning inverkar på ökning av muskelmassa och isåfall på vilket sätt det inverkar.</i>	34

1 INLEDNING

Proteintillskott är populära bland fysiskt aktiva personer. Vassleproteinkosttillskott anses bl.a. ge antimikrobisk aktivitet, ökad muskelstyrka och förändrad kroppssammansättning (Walzem et.al. 2002). Under den senaste tiden har mjölkprodukter, inklusive vassleprotein, ansetts vara funktionella livsmedel tack vare dess hälsoeffekter (Buttriss, et.al. 2000 s.82-90). Med funktionella livsmedel anses här livsmedel som modifierats för att ge positiva hälsoeffekter (Nationalencyklopedin, 2013).

Mitt intresse för det här ämnet väcktes i samband med mitt intresse att träna på gym. Jag har under en tid lagt märke till att kosttillskottsbranschen tycks öka. Jag anser att speciellt proteintillskott är populära bland personer som har som mål att öka sin muskelmassa. Jag har också lagt märke till att personer i allmänhet är intresserade av det här ämnet och frågar gärna professionella inom branschen om råd, t.ex vilken sorts protein som rekommenderas för att uppnå maximal ökning av muskelmassa. Ett samband av dessa iakttagelser ledde mig in på ämnet i den här systematiska litteraturstudien om att undersöka i om och hur vassleprotein i samband med styrketräning inverkar på ökning av muskelmassa.

De centrala begreppen i studien är muskelhypertrofi, anabolt tillstånd, katabolt tillstånd, p70^{S6k} och mTOR. Begreppen definieras och förklaras i detta kapitel för att öka förståelsen av dem.

Muskelhypertrofi är ett tillstånd då aktin och myosin (se 3.1 Muskler) har ökad produktion i muskelfibrerna. Detta leder till flera myofilament (se 3.1 Muskler), större muskeldiameter och kontraktionskraft. (Sand et.al. 2006 s.247)

Anabolt tillstånd sker då kroppen är i ett tillstånd då nybildning av vävnad och föreningar sker (Ilander et.al, 2006 s.80). När kvävebalansen är positiv bildas det mera proteinstrukturer som t.ex. muskelmassa. Detta kallas för helhetsanabolism. Positiv kvävebalans innebär att det utsöndras mindre kväve än vad man har ätit. För att uppnå maximal utveckling av muskelmassan krävs positiv kvävebalans. (Ilander et.al. 2006 s.83-384)

Katabolt tillstånd sker då kroppen är i ett tillstånd då nedbrytning av vävnad och föreningar sker. Då det bryts ner mera protein än vad det bildas eller när det finns för lite protein (katabolt tillstånd) uppstår negativ kvävebalans. (Ilander et.al. 2006 s.80-83)

mTOR (mammalian target of rapamycin) och **p70^{s6k}** är enzymer som ingår i en signalkedja. Dessa enzymer förmodas delta i en enzymkaskad som i samband med styrketräning/mechanisk belastning leder till muskelhypertrofi. (Augustsson et.al. 2007) **p70^{s6k}** har visats reglera mTOR signalering (Sun et.al. 2008). mTOR finns i cellerna (Kimball, 2007). Muskelproteinsyntesen (se 2.3 Proteinsyntes) och hypertrofi stimuleras av mTOR och protein kinas enzymer. Fosforylation, som betyder att proteinkinaser dvs. enzymer överför ATP-energi till protein i cellen (Sand et.al. 2006 s.81), av bl.a. **p70^{s6k}** med mTOR har visats vara viktigt för muskelproteinsyntes och hypertrofi. (Jefferson et.al. 2006)

2 PROTEIN

Enligt de finska näringsrekommendationerna från 2005 rekommenderas det att 10-20% av energiintaget är protein. Näringsrekommendationerna är ämnade för friska, måttligt fysiskt aktiva personer men de fungerar också som grund för idrottare. (Ilander et.al. 2006 s. 12-14) Faktorer som ökar proteinintaget är bl.a.. hård fysisk belastning, mål att öka muskelmassa, begränsat intag av kolhydrater, begränsat energiintag och då man börjar utöva fysisk aktivitet efter ett längre uppehåll. Proteinmängden kan räknas ut med hjälp av följande formel: 1,4-1,8g/kg/dygn för män och 1,2-1,6g/kg/dygn för kvinnor. Motsvarande värden för tävlingsidrottare är: 1,6-2,2g/kg/dygn för män och 1,4-2,0g/kg/dygn för kvinnor. (Ilander et.al. 2006 s. 87)

Proteinernas viktigaste funktioner är att vara katalysatorer för kemiska reaktioner, byggmaterial, motor för rörelse, försvar mot infektioner, signalmolekyler, receptormolekyler och transportmolekyler. De flesta kemiska reaktioner som sker i kroppen katalyseras av proteiner (enzym) vilket ökar reaktionshastigheten. När protein förskjuts i förhållande till varandra sker bl.a. muskelkontraktion och transport inom cellerna. Många signalmolekyler i nervsystemet samt hormoner som förmedlar information är proteiner. Receptorerna för hormoner, transmittorsubstanser och sinnesstimuli är proteiner. Många viktiga ämnen i kroppen transporteras bundna till proteiner. (Sand et.al. 2006 s.35-38) Muskel- och bindvävnad, huden, organen och blodet utgör kroppens största proteinkoncentrationer (Ilander et.al. 2006 s. 80).

Nedbrytningen av proteiner kräver mycket energi. Aminosyror deltar inte i energiproduktionen och de kan inte lagras som sådana (de lagras som glukos eller fettsyror). Detta resulterar i att energiförbrukningen efter intag av måltid med rent protein ökar med en mängd som motsvarar ca.20-30% av måltidens energiinnehåll, dessutom ökar värmeproduktionen (termogenes) när vi äter. (Ilander et.al. 2006 s. 39) Värmeproduktionen är en av tre faktorer som deltar i kroppens energiförbrukning. En ökning av värmeproduktionen uppstår efter intag av protein. (Ilander et.al. 2006 s. 39) Eftersom protein har termogenetisk effekt är det ett näringsämne som påskyndar ämnesomsättningen. Detta betyder att protein således främjar nybildning av celler. (Jaakkola, 2011 s.144)

När man äter protein bryts det ner till aminosyror som tas upp i blodet. Förutom de protein som intas via kosten omsätts också kroppens eget protein. Proteinerna fungerar

som musklernas byggstenar, men de bygger även upp enzymer och hormoner och är dessutom viktiga för immunförsvaret. (Berg et al. 2006 s.10) När kroppen får tillräckligt med protein ökar förutom muskelvävnad, också benthäthet samt styrka i leder och senor (Jaakkola, 2011 s.144).

2.1 Aminosyror

Protein består av aminosyror. Aminosyror är organiska syror som består av kvävehaltiga aminogrunder, syragrunder och sidokedjor. Aminosyror består av en central kolatom, som en karboxylgrupp och en väteatom är bundna till. Till kolatomen är också en sidokedja bunden. Det är den här sidokedjan som utgör skillnaden mellan aminosyror. Den ger aminosyror olika kemiska egenskaper. (Sand et.al. 2006 s.35-36) Eftersom protein består av många aminosyror kallas de polypeptider. Allt som allt finns det ca.50 000 olika proteiner i kroppen. Det finns inget lager för överflödigt protein i kroppen utan allt protein som finns är funktionellt, dvs. användbart. (Ilander et.al. 2006 s.79-81)

En större mängd aminosyror förstärker utsöndringen av anaboliska hormon såsom insulin. Detta ökar transporten av aminosyror till muskelcellerna och försnabbar nybildningen av protein. (Ilander et. al, 2006 s. 392) Aminosyror kan delas in i tre grupper beroende på om de har opolär, polär eller laddad sidokedja. Utöver detta indelas också aminosyror in i essentiella och icke-essentiella aminosyror. (Sand et.al. 2006 s.35-36)

2.1.1 Essentiella aminosyror

Ett protein består vanligtvis av ca.20 aminosyror varav 8 är essentiella: fenylalanin, treonin, isoleucin, leucin, valin, lycin, metionin, tryptofan (Ilander et.al. 2006 s.79) vilket innebär att dessa aminosyror måste fås via kosten (Sand et.al. 2006 s. 36). De essentiella aminosyrorna inverkar på kvaliteten av protein. Man bör få tillräckligt av dessa ur maten, och dessutom behövs tillräckligt av kväve och energi ur maten för att kroppen kan bilda icke-essentiella aminosyror. (Ilander et.al. 2006 s. 83)

Komplett protein är protein som innehåller alla essentiella aminosyror i lämpligt förhållande (t.ex. animaliska produkter). Icke-komplett protein är protein som har för få essentiella aminosyror, som är relevanta för proteintillverkningen (t.ex. vegetabiliskt protein). En kost som innehåller i proportion en större mängd icke-kompleta proteiner kan leda till undernäring trots att kosten är proteinrik. Detta kan också inverka på ökning av muskelmassa, dvs. kompletta proteiner är av central betydelse för personer som vill öka sin muskelmassa. Trots att vegetabiliska protein i huvudsak är icke-kompleta kan kroppen använda sig av dessa protein också. Kroppen tar nytta av vegetabiliska protein då de kombineras med andra proteinkällor. (Ilander et.al. 2006 s. 83)

2.1.2 Aminosyraomsättningen i levern

Spjälkningen av protein sker främst i tunntarmen. Nedbrytningsprodukterna är kortkedjade peptider, som är bindingar mellan aminosyror (Sand et.al. 2006 s.36), och också aminosyror. Efter absorptionen transporteras aminosyrorna till levern (Sand et.al. 2006 s. 413-414). Efter en proteinrik måltid har levern en begränsad möjlighet att lagra aminosyror för senare bruk (Ilander et.al. 2006 s. 81). De aminosyror som inte upptas i levern transporteras vidare till celler på andra ställen i kroppen för att användas i proteinsyntesen (se kapitel 2.3 Proteinsyntes) (Sand et.al. 2006 s. 413-414).

De aminosyror som upptas i levern bildar plasmaproteiner, enzymer som är proteiner som katalyserar bestämda kemiska reaktioner i kroppen (Sand et.al. 2006 s.37) och cellkomponenter för levercellerna. Om kroppen tillförs mera aminosyror än behövligt för proteinsyntesen ombildas de till kolhydrater som levercellerna använder som energi eller alternativt lagrar som glykogen. Levercellerna ombildar också aminosyror till fettceller som används i syntesen av triglycerider. När dessa ombildningar sker,

avspjälkas aminogruppen som ammoniak, vilket är giftigt. Levercellerna ombildar ammoniaken till urea som utsöndras med urinen. (Sand et.al. 2006 s. 429)

2.2 Vassleprotein

De två huvudsakliga proteinkällorna i mjölk är kasein och vassle. Vassleprotein innehåller alla essentiella aminosyror i större grad än vegetabiliska proteinkällor och dessa aminosyror absorberas effektivt. (Walzem et.al. 2002) Vassleprotein innehåller höga halter av BCAA (grenade aminosyror) som är viktiga faktorer vid reparation och återuppbyggnad av vävnad (Anthony et.al. 2001). BCAA utgör en tredjedel av proteinet i skelettmuskulaturen. Till dessa aminosyror hör leucin, isoleucin och valin. (Sundin, 2009 s.13) Vassleprotein innehåller en stor del av de skyddande näringsämnen som finns i mjölk. Största delen av vassleprotein är laktalbumin vars essentiella aminosyrahalt är ytterst hög. (Ilander et.al. 2006 s.391)

När man gör vassleprotein till pulver genom avdunstning och filtrering bildas vassleproteinkoncentrat. Om fett och laktos tas bort från koncentratet blir det kvar så gott som rent protein och detta kallas isolat. Vassleproteinisolat kan förädlas genom hydrolys där proteinets polypeptidkedjor bryts ner till kortare oligopeptider med hjälp av enzymer. Resultatet är protein av högsta kvalitet. Kvaliteten på protein kan mätas genom att kolla hur stor del av kvävet, som transporteras i samband med protein, som blir kvar i kroppen och hur stor del som utsöndras via svett och urin. Mängden kväve som blir kvar i kroppen beskriver de absorberade aminosyrorna i nya proteinkonstruktioner. Som exempel på detta antyds att en större mängd av hydrolyserat vassleprotein absorberas i jämförelse med vassleproteinkoncentrat. (Ilander et.al. 2006 s.392)

2.3 Proteinsyntes

I proteinsyntesen inverkar bl.a. DNA, ribosomer, mRNA och tRNA (Sand et.al. 2006 s. 53-54). DNA (deoxyribo-nucleic-acid/ deoxiribonukleinsyra) är en makromolekyl som utgör arvsmassan hos levande organismer. DNA-molekylerna utgör en grundförutsättning för celledelning och överföring av genetisk information från en generation till en annan, dvs. fortplantning. (Nationalencyklopedin, 2013)

Ribosomer är partiklar i cellernas cytoplasma där det bildas protein (Nationalencyklopedin, 2013). Här sker sammankopplingen av aminosyror till proteiner. En ribosom består av proteinmolekyler och ribonukleinsyramolekyler (RNA). (Sand et.al. 2006 s. 50) En ribonukleinsyramolekyl som innehåller genetisk information om sammansättningen av ett protein kallas mRNA eller messenger-RNA/budbärrRNA. De styr delvis ihopkopplingen av aminosyror till proteinet i ribosomerna som finns i cellens cytoplasma. (Nationalencyklopedin, 2013) Cytoplasma finns innanför cellmembranet som är icke vattenlösligt. Cytoplasman består av cytosolen och organeller. Cytosolen är en vattenlösning som innehåller organiska molekyler och oorganiska joner. Organellerna finns i cytosolen. Dessa är bl.a. mitokondrierna och ribosomerna. (Sand et.al. 2006 s. 47-48) tRNA (transfer-RNA/ transport-RNA) inverkar på proteinsyntesen genom att transportera aminosyror till ribosomerna (Sand et.al. 2006 s. 50).

Proteinsyntesen som sker i ribosomerna består av fyra skeden;

1. Den genetiska informationen överförs från DNA till pre-mRNA
2. Pre-mRNA ombildas till färdigt mRNA
3. mRNA transporteras från cellkärnan till ribosomerna
4. mRNA fungerar som en gjutform på ribosomerna genom att sekvensen av kvävebaserna översätts till sekvensen av aminosyror. (Sand et.al. 2006 s. 53-54)

DNA är för stort för att komma igenom porerna i kärnmembranet och därför måste de överföras till mindre molekyler. De är mRNA som tar hand om den här uppgiften. Informationsöverföringen från DNA till RNA kallas transkription. När mRNA har transporterats genom porerna och vidare till cytoplasman binds de till ribosomerna så att mRNAkedjan ligger i en fåra mellan ribosomens två subenheter. När mRNA är bundet, kan proteinsyntesen starta. (Sand et.al. 2006 s. 54-56)

I cytoplasman finns tRNA som transporterar aminosyror till ribosomerna där proteinsyntesen sker. En stor del av proteinerna modifieras ännu efter syntesen i ribosomerna. En del av proteinerna kopplas till kolhydrater (glykoproteiner) och en annan del till lipider (lipoproteiner). (Sand et.al. 2006 s.56-57)

En ökning i muskel proteinsyntesen eller en minskning i nedbrytningen av muskelprotein kan resultera i en ökning av muskelmassan. Styrketräning som är relativt kort och har hög intensitet stimulerar ökningen av muskelproteinsyntesen. (Hulmi, 2010) Muskelproteinomsättningen påverkas inte enbart under träning utan även ett till två dygn efter avslutad träning. Intag av aminosyror före och efter träning ökar proteinsyntesen och minskar proteinnedbrytningen. (Sundin, 2009 s.12-13)

3 ÖKNING AV MUSKELMASSA

För att en muskel skall få större tvärsnittsytta dvs. öka i storlek, krävs att den utsätts för belastning (Berg et.al. 2006 s.34). På genetisk nivå bestämmer bl.a. sammansättningen av fibertyper i musklerna vilka förutsättningar det finns att bygga muskler. Utöver detta tillkommer naturligtvis hur man stimulerar musklerna. (Sundin, 2009 s.11) En muskels tvärsnittsytta kan ökas på olika sätt; myofibrillernas antal ökar, antalet muskelceller ökar och vinklingen av muskelfibrerna i de fjäderformade musklerna ökar (Berg et.al. 2006 s.34).

För att effektivt öka muskelmassa krävs balans av träning, vila och näring. Protein påverkar muskeltillväxten genom att fungera som byggstenar. (Ilander et.al. 2006 s.379-380) De proteiner som bildar kroppens byggmaterial är olösliga i vatten och de är ofta långsträckta till formen. Dessa proteiner kallas för fibrösa proteiner. (Sand et.al. 2006 s. 36)

Träning bryter ner musklerna till viss del men det kompenseras under vila genom att bygga upp musklerna igen (Berg et.al. 2006 s.34). Under återhämtningen kompenserar kroppen nedbrytningen av proteiner som skedde under fysisk belastning genom att påskynda nybildningen av protein i muskelvävnaden. Om det inte finns tillräckligt med aminosyror från maten vid detta skede används aminosyror ur det nedbrytna proteinet. (Ilander et.al. 2006 s.384)

En större muskelmassa ökar den basala ämnesomsättningen. En ökning av muskelmassan på 1 kilogram ökar ämnesomsättningen med 20 kilokalorier (kcal) per dygn. Dessutom har män ofta större basal ämnesomsättning än kvinnor på grund av hormonella skillnader och män har ofta större muskelmassa än kvinnor. (Ilander et.al. 2006 s.37-38)

3.1 Muskler

Människan har litet över 600 muskler (Sand et.al. 2006 s.252). Det finns tre typer av muskulatur; tvärstrimmig skelettmuskulatur, hjärtmuskulatur och glatt muskulatur. Det här arbetet kommer att beakta endast den tvärstrimmiga skelettmuskulaturen. Den här typen av muskler är viljestyrda och de utgör rörelseapparatens aktiva del. Musklerna utför rörelser i våra leder. Muskeln består av i regel av tre delar; ursprungssena (origo), muskelbuk och fästena (insertio), men muskelbuken kan ha flera olika ursprung. (Berg et.al. 2006 s.27)

En muskel består av muskelfibrer, myofibriller och muskelceller. Muskelfibrerna varierar i storlek från några millimeter till flera centimeter. Muskelfibrerna består av muskelceller som innehåller myofibriller. Myofibrillerna är i sin tur uppbyggda av myofilament. Myofilamenten består av två olika proteiner; aktin och myosin. När muskeln sammandras skjuts aktinet och myosinet mot varandra. Ju flera myosinhuvuden som är kopplade med aktinet desto kraftigare kontraheras muskeln. (Berg et.al. 2006 s.30-31) Muskelcellernas kontraktionskraft har samband med dess tjocklek. Tjockleken beror på myofibrillernas antal och storlek. Tjocka muskelceller bildar en större tvärsnittsyta. Som en följd av styrketräning blir myofibrillerna tjockare och antalet ökar, vilket leder till större tvärsnittsyta dvs. hypertrofi. (Ilander et.al. 2006, s. 380)

Det finns olika typer av muskler; platta muskler, spolformade muskler (fusiforma) och fjäderformade muskler (pennata). I en spolformad muskel ligger alla muskelfibrer parallellt. Den här typen av muskler har en snabbare sammandragningshastighet än fjäderformade medan fjäderformade har en större tvärsnittsyta och därmed långsammare sammandragningshastighet. (Berg et.al. 2006 s.33) Muskelns maximala kontraktionskraft beror på hur tjock muskeln är och typen av muskelfibrer (långsamma eller snabba). Många andra faktorer påverkar också kontraktionen, t.ex. mängden motoriska enheter och rörelsens hastighet. (Hiltunen et.al. 2010 s.288)

Muskelcellerna indelas i två grupper; långsamma eller typ 1 och snabba eller typ 2 (delas ännu i typ FTa och FTx) (Michalsik et.al. 2004 s. 37). Typ 1 cellerna är aktiva då belastningen är långvarig och inte för stor. Dessa celler uttröttas långsamt. Typ 2 celler sammandrar musklerna snabbt och explosivt. Dessa celler jobbar då belastningen är kortvarig och av hög intensitet. De uttröttas snabbt. Typ FTa har uthållighetsegenskaper

och FTx har snabba, explosiva egenskaper. (Walisiewicz et.al. 2010 s.19) Enzymerna har en avgörande roll i frågan om muskelfibrernas arbetsförmåga. Enzymerna är proteiner som ökar hastigheten i kemiska processer. Enzymerna ingår i dessa processer men de förbrukas inte. Till exempel när mängden glykogennedbrytande enzym ökar, finns möjlighet att också öka hastigheten på glykogennedbrytningen vilket i sin tur ökar hastigheten på energiomsättningen. (Michalsik et.al. 2004 s.51) Inne i muskelcellerna finns ribosomer och mitokondrier. Ribosomerna bildar protein av aminosyror. Ribosomerna finns i ett nätverk som kallas sarkoplasmiskt retikel. Mitokondrierna bildar energi. Här bildas så gott som all energi som behövs vid träning. Ju flera mitokondrier det finns, desto mera energi bildas. (Berg et.al. 2006 s.29-30)

Runt muskeln finns bindväv (fascia) som minskar friktionen mellan intilliggande muskler samt mellan muskel och skelett. Bindväv omger också muskelfibrerna och finns i ändarna av myofilamenten. (Berg et.al. 2006 s.29-30) Bindväven hindrar musklerna från att brista vid uttänjning (Hiltunen et.al. 2010 s.284).

3.2 Anabola hormoner

De mest centrala anaboliska hormoner som stimulerar nyproduktionen av protein samt muskeltillväxt är insulin, tillväxthormon och testosteron (Ilander et.al. 2006 s.279).

Insulin utsöndras i bukspottkörteln (Hiltunen et.al. 2010 s.432). Detta hormon intensifierar transporten av aminosyror till muskelcellerna vilket inverkar positivt på uppbyggandet av muskelprotein (Ilander et.al. 2006, s. 379-380). Med hjälp av insulin kommer protein, kolhydrater och fett in i cellerna och förbättrar lagringen av näringsämnena i fett- och muskelvävnaden. Insulin påverkar många andra hormoner, t.ex tillväxthormon och testosteron vilket betyder att när insulinnivåerna är i balans inverkar det också på andra hormoner. (Jaakkola, 2011 s. 84-85) Insulin består av 51 stycken aminosyror, vilket gör det till ett litet protein (Ilander et.al. 2006 s. 80).

Både kolhydrater och protein inverkar på insulinnivån i kroppen. Med regelbundet intag av kolhydrater och protein kan ett anaboliskt tillstånd uppehållas genom stabila insulinnivåer. Om insulinnivåerna däremot hålls för höga en längre tid inverkar det negativt på användningen av fett som energikälla, vilket leder till viktuppgång. (Ilander et.al. 2006, s. 379-380)

Det manliga könshormonet testosteron produceras hos män i testiklarna och hos kvinnor i äggstockarna (Jaakkola, 2011 s.27). Hormonet stimulerar syntesen av myofilament. Testosteron ökar skeltnmuskulaturens tillväxt. (Sand et.al. 2006 s.247) Kvinnors testosteronnivåer utgör ca 10 procent av männens, vilket betyder att kvinnor har svårare att öka muskelmassan i jämförelse med män (Nilsson, 2009 s.61-74).

Tillväxthormon bildas i hypofysen. Hormonet påverkar tillväxten och ämnesomsättningen. Förutom att tillväxthormon fungerar anabol, stärker det också immunförsvaret. (Nationalencyklopedin, 2013) Styrketräning påverkar utsöndring av tillväxthormon och testosteron (Jaakkola, 2011 s. 100). Även sömn och motion inverkan på utsöndringen av tillväxthormon (Jaakkola, 2011 s.28).

4 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Syftet med denna systematiska litteraturstudie är att ta reda på om vassleprotein i samband med styrketräning inverkar på ökningen av muskelmassa hos friska, vuxna individer och isåfall på vilket sätt.

Frågeställningen inom studien är:

Inverkar vassleprotein i samband med styrketräning på ökning av muskelmassa och isåfall på vilket sätt?

Hypotesen är att vassleprotein i samband med styrketräning inverkar positivt på ökning av muskelmassa hos vuxna, friska individer.

5 METOD

Som metod har använts systematisk litteraturstudie. En systematisk litteraturstudie innebär att man utgår från en klart formulerad frågeställning som besvaras på basis av tidigare genomförda vetenskapliga studier (Forsberg&Wengström, 2008). Enligt Forsberg och Wengström (2003) innefattar en systematisk litteraturstudie flera olika steg. Dessa steg skall ingå då man gör en systematisk litteraturstudie:

- Sätt upp en problemformulering
- Formulera frågor som går att besvara
- En plan för litteraturstudien
- Bestäm sökord och sökstrategi
- Inkludera litteratur i form av vetenskapliga artiklar eller rapporter
- Värdera kritiskt och kvalitetsbedöm litteratur som skall ingå i studien
- Analysera och diskutera resultatet
- Sammanställ och dra slutsatser (Forsberg & Wengström 2003, s. 31)

5.1 Inklusions- och exklusionskriterier

De vetenskapliga artiklar som inkluderades i denna systematiska litteraturstudie behandlade vassleproteinets inverkan på ökning av muskelmassa hos friska, vuxna personer. De omfattade de relevanta sökord som baserades på bakgrundslitteraturen och som användes i litteratursökningen. De vetenskapliga artiklar som inkluderades var publicerade mellan år 2007 och 2012 eftersom det strävades efter att inkludera så ny information som möjligt.

Språket i artiklarna var engelska eftersom det största utbudet av artiklar och rapporter var tillgängliga på engelska, språket var dock inte ett kriterium för att artiklarna skulle bli inkluderade i studien. Vetenskapliga artiklar som exkluderades behandlade ämnet ur andra synvinklar än de som baserades på de definitioner som använts i bakgrunden. Artiklar exkluderades också ifall de inte uppfyllde inklusionskriterierna för studien. Nedan presenteras de specifika inklusions- och exklusionskriterierna.

Inklusionkriterier:

- Artiklarna skall vara publicerade mellan åren 2007 och 2012
- Artiklarna skall innehålla vassleprotein och styrketräning
- Studien skall vara utförd på människor

Exklusionkriterier:

- Forskningar där man utöver vassleprotein också använde kasein i samma produkt.
- Forskningar utförda på djur.

5.2 Validitet och reliabilitet

Med validitet avses att man mäter det man vill mäta. Validiteten kan delas upp i två delkomponenter; intern och extern validitet. Med intern validitet avses att man mäter det man tror att man mäter. Med extern validitet avses att resultatet för det man har mätt även gäller för andra sammanhang. Detta säger något om huruvida resultatet är generaliserbart. (Jacobsen, 2007 s.12-13)

Reliabiliteten kan jämföras med orden trovärdighet och pålitlighet. En forskning med god reliabilitet kan svara ja på frågan ”hade man fått samma resultat om man genomfört undersökningen två gånger?”. (Jacobsen, 2007 s.12-13)

Validiteten i detta arbete har beaktats genom att klara inklusions- och exklusionskriterier som korrelerar med syftet för studien har satts upp. De forskningarna som inkluderades är från åren 2007 till 2012, vilket ökar validiteten eftersom artiklarna är relativt nya. Den interna validiteten har beaktats genom ovanstående påstående medan den externa validiteten har varit mera komplicerad att beakta. Reliabiliteten har beaktats genom ett brett sampel i de inkluderade artiklarna.

5.3 Material och datainsamling

Databaserna Pubmed, Sportdiscus och Academic Search Elite har använts för att hitta artiklar. Följande sökordskombinationer användes: Whey protein, protein and muscle growth, whey protein and muscle.

Enligt Forsberg och Wengström (2003, s. 73) får inget fusk eller ohederligt förekomma inom forskning. Med fusk avses här avsiktlig förvrängning av forskningsprocessen. De etiska aspekterna i den här studien har beaktats genom att alla inkluderade artiklar och resultat har beskrivits (även de som inte stöder hypotesen). Processen för den systematiska informationssökningen dokumenterades.

En bra systematisk informationssökning uppnås då sökningen går från bred till smal och informationen bearbetas i små delar (Östlundh, 2006 s.48). Resultatet av sökningen i databaserna var 3760 artiklar. Första steget var att gå igenom rubrikerna och abstrakten. Efter att artiklar som inte var relevanta uteslutits var det återstående antalet 25 artiklar. Sökresultaten var indelade enligt databaser och sökordskombinationerna samt sökresultaten visas i tabell 1 och 2.

Tabell 1. Sökningsträffar i Pubmed

Sökord	Träffar
Whey protein	77
Protein and muscle growth	3374
Whey protein and muscle	19

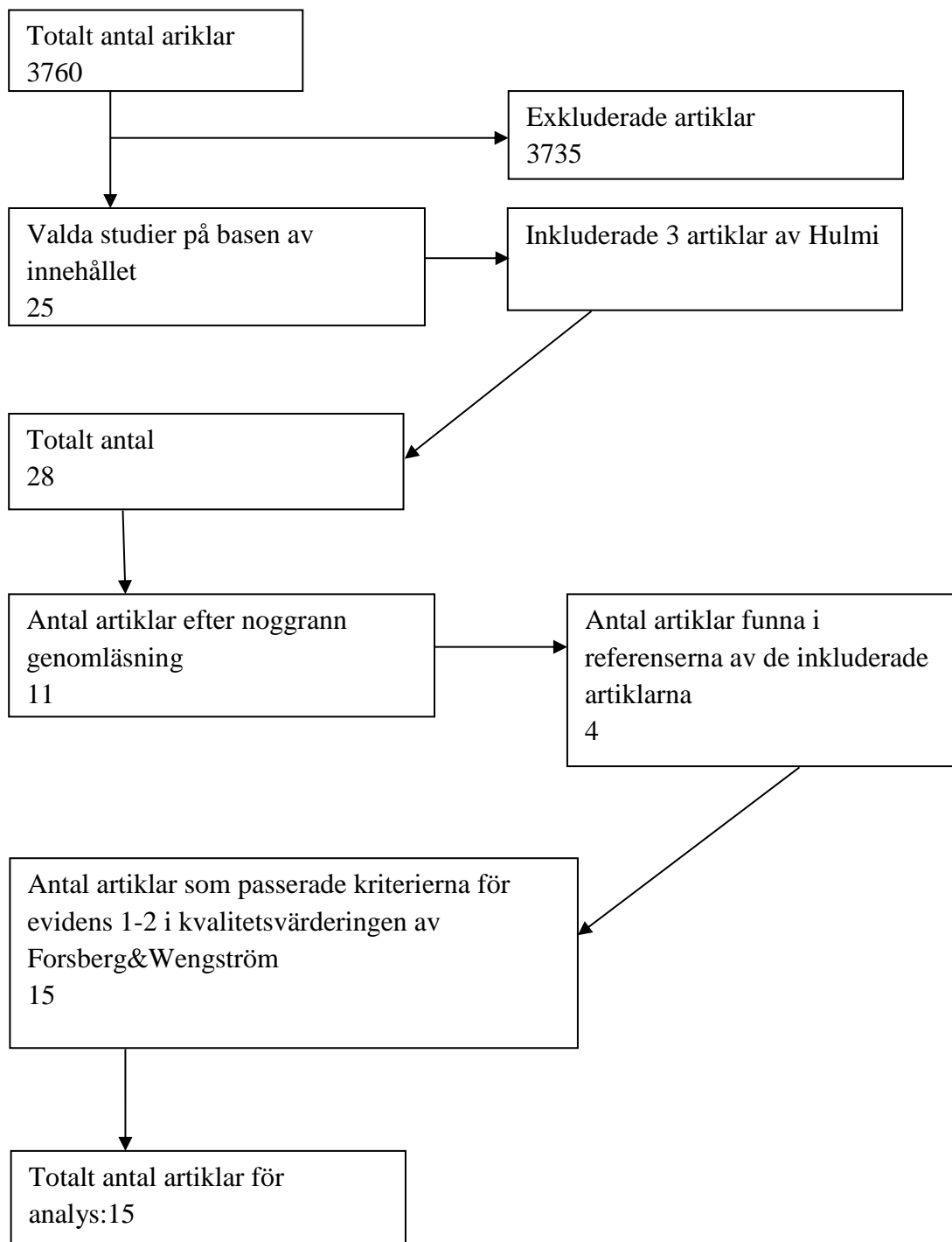
Tabell 2. Sökningsträffar i kombinerad sökning i Sportdiscus och Academic Search Elite

Sökord	Träffar
Whey protein	144
Protein and muscle growth	116
Whey protein and muscle	30

Enligt Östlundh (2006 s.46) är det ofta mångfalden av information som gör informationssökningen komplicerad. Östlundh (2006 s.46) anser att informationssökningen indelas i två faser; den inledande och den egentliga informationssökningen. I denna studie kan den första sökningen med 3760 resultat anses som den inledande informationssökningen. Den egentliga informationssökningen började efter detta då den manuella sökningen påbörjades. Enligt Östlundh (2006, s.48-49) utförs en manuell sökning genom att ta reda på information ur böcker, tidskrifter eller annat material för att få ytterligare information som kan inkluderas i studien. Kontakt med Juha Hulmi, som har forskat inom ämnet, togs han rekommenderade vetenskapliga artiklar inom ämnet. Han rekommenderade ett antal artiklar varav tre uppfyllde inklusionskraven och sålunda inkluderades i studien. Antalet artiklar var nu 28. Artiklarna lästes för att kontrollera vilka som uppfyllde inklusionskraven och sålunda kunde tas med i studien.

Efter genomläsning av artiklarna exkluderades ytterligare 17 pga. att de inte var innanför ramarna för inklusionskraven. Den manuella sökningen vidgades och källförteckningarna till de 11 studier som valts att inkluderas i studien studerades för att hitta flera relevanta artiklar. Denna sökning gav ytterligare 4 artiklar som uppfyllde inklusionskriterierna, vilket resulterar i det slutliga antalet på 15 inkluderade artiklar. Urvalsprocessen är också beskriven nedan, som ett blockdiagram i figur 1.

All inkluderad litteratur består av publicerade vetenskapliga artiklar som sammanställts genom en litteratursökning utförd 1.10-14.12.2012.



Figur 1. Blockdiagram över urvalsprocessen

5.4 Kvalitetsgranskning

För att en systematisk litteraturstudie skall vara pålitlig skall skribenten analysera, värdera och kritiskt granska de inkluderade studierna.

Utgående från Forsberg och Wengström (2008) har följande punkter tagits i beaktande när artiklarna valdes ut:

- Kriterierna för hög kvalitet (1): Större, väl genomförd studie med tydlig beskrivning av studieprotokoll, material och metoder inklusive behandlingsteknik. Deltagarantalet är tillräckligt stort för att besvara frågeställningen.
- Kriterierna för låg kvalitet (3): för få personer och/eller för många interventioner. Bristfällig materialbeskrivning och stort bortfall av personer.

Utöver dessa kriterier gjordes också egna tabeller som baserar sig på Forsberg&Wengström, där metoder och innehåll jämförs i de aktuella studierna (se 5.2 Material och datainsamling). Utifrån samma kriterier gjordes en kvalitetsbedömning med skalan 1 till 3, där 1 är hög kvalitet och 3 är låg kvalitet. De artiklar som inkluderades i studien hade kvalitet 1 och 2. Kommentarer och motiveringar till kvalitetsgranskning framgår i tabell 3. I fortsättningen kommer de undersökta vetenskapliga artiklarna att hänvisas till med numreringen från tabellen, med numrorna 1-15.

Tabell 3. Kvalitetsgranskning

Artikel	Kvalitet	Kommentar
Arazi et.al. (1)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Deltagarantal 40 personer, vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Studiens längd ansågs vara lagom. Använde placebo. Svaghet i studien är att det inte fanns en kontrollgrupp och att det inte framgår information om bortfall av deltagare.
Mielke et.al. (2)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Deltagarantal 39 personer, vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Studiens längd ansågs vara lagom.. Använde kontrollgrupp och placebo. Svaghet i studien är att det inte framgår information om bortfall av deltagare.
Hulmi (3)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde kontrollgrupp. Studiens längd ansågs vara lagom. Använde kontrollgrupp och placebo. Deltagarantal varierar per grupp. Svaghet i studien är att det inte framgår information om bortfall av deltagare.
Tang et.al. (4)	2	Relativt tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Deltagarantal 18 personer. Svaghet i studien är att det inte användes placebo- eller kontrollgrupp samt att varken studiens längd eller bortfall av deltagare framgår.
Walker et.al. (5)	2	Relativt tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Deltagarantal 35 personer, vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Bortfall 5 personer. Använde placebo men inte kontrollgrupp. Studiens längd ansågs vara lagom..
Hulmi,Kovanen et.al. (6)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde kontrollgrupp och placebo. Studiens längd ansågs vara lagom. Deltagarantal 38 personer, vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Bortfall 7 personer.
Hulmi, Tannerstedt et.al. (7)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde kontrollgrupp och placebo. Deltagarantal 29 personer, vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Studiens längd ansågs vara lagom. Svaghet i studien är att det inte framgår information om bortfall av deltagare.
Tipton, Elliot, Ferrando et.al. (8)	2	Relativt tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde placebo men inte kontrollgrupp. Deltagarantal 15 personer. Svaghet i studien är att det inte framgår information om bortfall av deltagare eller studiens längd.

Cribb et.al. (9)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Jämförde 4 grupper men använde inte kontrollgrupp. Deltagarantal 33 personer, vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Bortfall 7 personer. Studiens längd ansågs vara lagom.
Reitelseder et.al. (10)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde placebo men inte kontrollgrupp. Deltagarantal 17 personer. Svaghet i studien är att den utfördes endast under ett tillfälle samt att det inte framgår information om bortfall av deltagare.
Weisgarber et.al. (11)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde placebo men inte kontrollgrupp. Deltagarantal 29 personer, vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Bortfall 12 personer. Studiens längd ansågs vara lagom.
Tipton, Elliot et.al. (12)	2	Relativt tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde inte placebo eller kontrollgrupp. Deltagarantal 17 personer. Svaghet i studien är att det inte framgår information om bortfall av deltagare eller studiens längd.
Moore et.al. (13)	2	Relativt tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde inte placebo eller kontrollgrupp. Deltagarantal 7 personer. Svaghet i studien är att det inte framgår information om bortfall av deltagare eller studiens längd.
West et.al. (14)	2	Relativt tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde inte placebo eller kontrollgrupp. Deltagarantal 8 personer. Svaghet i studien är att den utfördes endast under två tillfällen samt att det inte framgår information om bortfall av deltagare.
Kalman et.al. (15)	1	Tydlig beskrivning av studieprotokoll, material, metoder och behandlingsteknik. Använde inte placebo eller kontrollgrupp. Deltagarantal 41 personer vilket bedömdes vara tillräckligt stort. Bortfall 21 personer. Studiens längd ansågs vara lagom.

6 RESULTAT

Detta kapitel presenterar resultatet från de redovisade artiklarna. Först presenteras två tabeller (tabell 4 och tabell 5) över innehållet i artiklarna. Sedan presenteras en tabell (tabell 6) över huruvida vassleprotein i samband med styrketräning inverkar på ökning av muskelmassa och isåfall på vilket sätt det inverkar. Sedan beskrivs artiklarnas resultat mer kompletterande och utförligt i textform.

Av de inkluderade artiklarna behandlade två artiklar ämnet ur synvinkeln hurudan inverkan (styrketräning + vassleprotein) har på kort och lång sikt, två artiklar behandlade också de hormonella faktorerna, en artikel behandlade inverkan på kroppssammansättningen, tre artiklar behandlade muskelproteinsyntesen, fyra artiklar hade använt sig av både vassleprotein och leucin, en artikel fokuserade på proteinets absorption och en artikel behandlade viktnedgång.

Resultaten av de vetenskapliga artiklarna indikerar på att vassleprotein har positiv effekt på ökning av muskelmassa. Endast 2 av 15 artiklar kom fram till att vassleprotein inte inverkade positivt på resultatet. Resultat som behandlar kroppssammansättning, anabola hormon (testosteron, insulin, tillväxthormon), aminosyror och proteinsyntesen har beaktats i detta kapitel.

Här presenteras artiklarnas innehåll genom två redogörelser i tabellform. Tabellerna åskådliggör de centrala faktorerna i artiklarna och ger en helhetsbild av artikelinnehållen som är jämförbara med varandra. Tabelluppläggningen är inspirerade av Forsberg och Wengström (2008). Resultaten visas också i tabellform.

Tabell 4. Redogörelse över design, använd placebo och eventuell kontrollgrupp, deltagarantal, antalet bortfall, längd och kvalitet hos de vetenskapliga artiklar som inkluderades i studien.

Artikel	Design	Placebo	Kontroll-grupp	Deltagar-antal (innan bortfall)	Bortfall	Studiens längd
1.	Dubbelblind, randomiserad studie	Stärkelse	Nej	40	Framgår inte	8 v.
2.	Dubbelblind, randomiserad studie	Likartat kalorivärde, maltodextrin	Ja	39	Framgår inte	8 v.
3.	Dubbelblind, kontrollerad, randomiserad studie	Icke energetisk/verksam	Ja	Varierar per grupp	Framgår inte	21 (23) v.
4.	Randomiserad studie	Nej	Nej	18	Framgår inte	Framgår inte
5.	Dubbelblind, randomiserad studie	Kaloriekvivalent/motsvarighet	Nej	35	5	8 v.
6.	Dubbelblind, randomiserad studie	Icke energetisk/verksam	Ja	38	7	21 (23) v.
7.	Dubbelblind , kontrollerad, randomiserad studie	Icke energetisk/verksam	Ja	29	Framgår inte	21 v.
8.	Randomiserad, experimentell studie	Vatten + artificiellt sötningsmedel	Nej	15	Framgår inte	Framgår inte

9.	Dubbelblind, randomiserad studie	Jämförde 4 grupper	Nej	33	7	11 v.
10.	Randomiserad studie	Icke energetisk/verksam	Nej	17	Framgår inte	1 ggr
11.	Dubbelblind, randomiserad studie	Maltodextrin	Nej	29	12	8 v.
12.	Randomiserad, experimentell studie	Nej	Nej	17	Framgår inte	Framgår inte
13.	Randomiserad, experimentell studie	Nej	Nej	7	Framgår inte	Framgår inte
14.	Randomiserad studie	Nej	Nej	8	Framgår inte	2 ggr
15.	Dubbelblind, randomiserad studie	Nej	Nej	41	21	12 v

Tabell 5. Redogörelse över gjorda styrkeövningar, när supplementet intogs samt vad dess innehåll, vilka tester som utfördes och hur många träningar i veckan deltagarna i forskningarna utförde i de inkluderade vetenskapliga artiklarna.

Artikel	Styrketräning	När intogs supplementet?	Vad innehöll supplementet?	Relevanta test	Träningar/vecka
1	Ben extension och flexion, knäböj, bänkpress, latsdrag, triceps kabelpress. 3 serier, 8 repetitioner, 80% av 1RM.	Morgon, efter träning, kväll	1.8g vassleprotein/kg/dag, 500ml vatten	Blodprov, elektronisk våg	3
2	Ben extension, bänkpress. 1 serie, så många repetitioner som möjligt, 80% av 1RM.	30min före träning och genast efter träning. Pausdagar: morgon och kväll.	20.0g vassleprotein, 6.2g leucin, 8 uns vatten	Kroppsvikt, kroppens densitet med hjälp av undervattensvägning	3
3	Benpress/knäböj, bilateral benpress, bilateral knä extension och flexion, bänkpress, övre ryggen, bålens extensorer och flexorer, överarmar, vristens extensorer, höft abduktorer och adduktorer. 5 serier, 10 repetitioner, 10RM	Före och efter träning	15 g vassle isolat protein, 250ml vatten/500ml vassle-kasein	Muskelbiopsi, blodprov, antropometri, MRI	2
4	Benpress, knäextension	Efter träning	21.4-22.2g vassle-, soja- eller kaseinprotein	Blodprov, muskelbiopsi	
5	Kramplyft (crunches)+länk 3ggr/vecka, 1 RM (max antal repetitioner) bänkpress, räckhäv (chin-up), armhävningar, kramplyft under 1 min.	30-45min före och efter träning. Ingen träning->på morgonen	19.7g vassle protein, 6.2g leucin.	Dexa	3
6	Ben extensor, bilat.ben-press + knä-extension, bröstmuskler, axlar, övre ryggen, bålens extensorer och flexorer, överarmar, vristens extensorer, höft abduktorer och adduktorer. 2-3 och 3-5 serier, 15-20 och 5-6 repetitioner, 40-85% av 1RM.	Före och efter träning	15g vassle isolate, 250ml vatten	MRI, muskelbiopsi, fettprocent, vikt	2

7	Ben extensorer o. flexorer, bilat.benpress + knäextension o. -flexion, bröstmuskler, axlar, övre ryggen, bålens extensorer o. flexorer, överarmar, vristens extensorer, höft abduktorer o. adduktorer. 2-3 och 3-5 serier, 15-20 och 5-6 repetitioner, 40-85% av 1RM.	Före och efter träning	15g vassle isolat, 250ml vatten	muskel biopsi, antropometri, kroppsvikt, ultraljud kaliper, blodprov	2
8	Ben extensorer, 10 serier, 8 repetitioner, 80% av 1RM.	Före träning	16.6g vassleprotein, 3.4g leucin	blodprov, muskel biopsi, blodflöde, antropometri(ben volym)	Framgår inte
9	Övningar enligt Max OT, AST sport science, golden, co, usa.	Morgon, efter träning, kväll	1.5g/kg	kroppssammansättning (DEXA), muskel biopsi, matdagbok	Framgår inte
10	Extension av ben (sittande)10 serier, 8 repetitioner, 80% av 1RM	Efter träning	0.30g/kg LBM	muskel biopsi, blodprov	Totalt 1 gång
11	Ben press, bröst press, latsdrag, axel press, knä extension och flexion, triceps extension, biceps flexion, vadpress, 3 serier, 6-10 repetitioner. 10RM	Före träning, efter träning	0.3g/kg + vatten 600ml	Dexa, muskel storlek(armbåge, knä flexorer+extensorer, vristens dorsala och plantara flexorer)m.h.a ultraljud	4
12	Ben extension, 10 serier, 8 repetitioner, 80% av 1RM	Ena gruppen före träning, andra efter	20g vassle protein	Muskel biopsi, blodflöde	Framgår inte
13	Benpress, knäextension. Individuell kontroll av serier, repetitioner och effekt.	Efter träning	25g vassle protein + 250ml vatten + 1g sukralos+vanilj-extrakt (10gEAA i supplementet)	Muskel biopsi, blodprov	Framgår inte

14	Bilateral benextension. 8 serier, 8-10 repetitioner, 10RM.	1)genast efter träning/periodvis efter träning 2)före träning	Vatten, 12,8 g EAA,3.5g leucin	Blodprov, muskel biopsi	Framgår inte
15	Bänkprens, militärpress, biceps, triceps, benextension, kramplyft, vadmuskelövning	Träning: efter träning och senare på dagen. Inte träning: 2 gånger under dagen.	50g antingen soja protein isolat, soja koncentrat, vassleprotein koncentrat+isolat eller sojaprotein isolat+vassleprotein koncentrat +vassleprotein isolat	Blodprov	3

Tabell 6. Huruvida vassleprotein i samband med styrketräning inverkar på ökning av muskelmassa och isåfall på vilket sätt det inverkar.

Artikel	Inverkar vassleprotein på ökning av muskelmassa?	På vilket sätt inverkar vassleprotein på ökning av muskelmassa?
1	Ja	Ökad mängd testosteron.
2	Nej	Ingen större skillnad i jämförelse med placebo.
3	Ja	Effekt på hormoner, muskel gen uttryck på mRNA och protein nivå, fosforylation av muskelproteinkinas.
4	Ja	Stimulerar muskelproteinsyntesen vid vila och efter träning.
5	Ja	Ökning av total och fettfri massa.
6	Ja	Protein i samband med styrketräning ökar muskelhypertrofi (vastus lateralis). Ökade tvärsnittsytan.
7	Ja	Ökar snabbt mTOR signalering, fosorylation av p70S6K.
8	Ja	Positiv protein balans stimulerades av vassleprotein + leucin.
9	Ja	Ökad tvärsnittsyta i muskelfibrerna.
10	Ja, möjligtvis	Tycks öka proteinsyntesen i musklerna
11	Nej	Ingen större skillnad i jämförelse med placebo.
12	Ja	Liknande anabolisk respons oberoende om kosttillskottet intogs före eller efter träning.
13	Ja, möjligtvis	Ökar proteinsyntes (myofibrillar och sarcoplasmatisk)
14	Ja	Ökning av proteinsyntesen i musklerna.
15	Ja	Ökning av testosteron.

6.1 Vassleproteinets inverkan på anabola hormon i samband med styrketräning

Enligt artikel (3) ökade insulinnivåerna signifikant hos personerna som intog vassleprotein. Detta stöds även av artikel (8) där insulinnivåerna ökade av vassleprotein+leucin intag samt artikel (10) där insulinnivåerna var på en högre nivå efter intag av vassleprotein 15min-360min efter träning. Enligt artikel (14) fanns en ökning av insulinnivåerna hos personerna som intog en större mängd vassleprotein på en gång men däremot märktes ingen ändring i gruppen som intog mindre mängd vassleprotein vid flera tillfällen. Enligt artikel (13) ökar insulinkoncentrationen i blodet med 190% 1 h efter intag av vassleprotein men återgår till basalnivå efter 2 h detta antyds också i artikel (4) där vassleprotein ökar plasmainsulin en timme efter intag.

En ökning i kroppsvikt och testosteron nivå skedde hos personer som intog vassleprotein enligt artikel (1). Enligt artikel (3) ökade testosteron nivåerna i såväl placebo- som proteingrupperna. Dessutom var ökningen i placebogruppen större än proteingruppen genast efter träning. Liknande resultat framgår i artikel (7) där ökningen av testosteron nivåerna under styrketräning skedde endast i placebogruppen. Enligt artikel (15) märktes ingen signifikant skillnad i testosteronnivåerna mellan grupperna (soja protein isolat, soja koncentrat, vassleprotein koncentrat+isolat eller sojaprotein isolat+vassleprotein koncentrat+vassleprotein isolat). Däremot märktes en signifikant ökning över grupperna.

6.2 Vassleproteinets inverkan på aminosyrakoncentrationen i samband med styrketräning

Enligt artikel (10) ökade aminosyrakoncentrationen efter intag av vassleprotein, högsta nivåerna uppnåddes efter 45min och därefter sänktes de ner till ursprungsnivå. Enligt artikel (8) ökade aminosyrakoncentrationen genast vid intag av vassleprotein+leucin och stannade på en högre nivå i upp till 125 min efter träningens början. Samma artikel visade resultat i höjd fenylalaninbalans under träningen, efter intag av vassleprotein+leucin men återgick till ursprungsnivå efter träningen. Liknande reaktion fanns med treonin i samma studie.

Enligt artikel (12) ökade fenylalaninkoncentrationen efter intag av vassleprotein under träningen men återgick till ursprungsnivå mot slutet av träningen. Vid proteinintag efter träning var nivåerna högre 90 min efter träningen men återgick sedan till ursprungsnivå.

Detta stöds även av artikel (14) där EAA koncentrationen höjdes i större grad vid 60 min och 80 min, efter ett större intag av vassleprotein än efter flera och mindre intag. Däremot visades motsatt resultatet efter 180 min, 200 min och 240 min. Samma mönster uppstod för leucin koncentrationen i samma studie. En ökning av EAA koncentrationen i blodet skedde redan efter 0,5 h efter intag av vassleprotein enligt artikel (13). Nivåerna sänktes dock tillbaka till basalnivå efter 3 h. Samma mönster upprepades för leucinkoncentrationen. Enligt artikel (4) ökar intag av vassleprotein mängden essentiella aminosyror, leucin samt grenade aminosyror i blodet.

6.3 Vassleproteinets inverkan på proteinsyntesen i samband med styrketräning

Enligt artikel (14) stimulerade kombinationen av styrketräning och vassleprotein muskelproteinsyntesen under återhämtningen. Detta skedde i större utsträckning i gruppen som intog en större mängd vassleprotein vid ett tillfälle än i gruppen som intog mindre mängd vassleprotein vid flera tillfällen. Det är, enligt samma artikel, mer effektivt för muskelproteinsyntesen och för att uppehålla ett anaboliskt tillstånd att inta en större mängd vassleprotein efter styrketräning än mindre mängd vid flera tillfällen. Artikel (13) visar liknande resultat då myofibrillär och sarkoplasmatiske proteinsyntes stimuleras av intag av vassleprotein. En topp uppnåddes efter 3 h och återgick till basnivåerna efter 5h. Samma artikel påvisar att styrketräning stimulerar snabbt (inom 1 h) syntesen av enbart myofibrillärt protein efter intag av vassleprotein. Enligt artikel (4) ökar vassleprotein muskelproteinsyntesen både efter träning och vid vila. Resultatet stöds av artikel (10) men stöds inte av artikel (13) som visade resultat i att styrketräning inte hade någon ytterligare effekt på syntesen av sarkoplasmatiske protein efter fysiologisk utfodring.

Det är möjligt att vassleproteinintag i samband med styrketräning kan påverka mRNA uttryck till fördel för hypertrofi enligt resultaten i artikel (6). Enligt artikel (3) minskade mRNA nivåerna hos placebogruppen men inte hos vassleproteingruppen. Enligt artikel (6) tycks proteinintag förebygga minskningen av bl.a. myostatin mRNA uttryck efter träning. Enligt artikel (7) ökade vassleprotein i samband med styrketräning fosorylationen av p70^{S6K} samt signaleringen av mTOR. Enligt artikel (7) ökar styrketräning signaleringen av mTOR. Vassleprotein uppehåller tillståndet samt ökar signaleringen ytterligare. Enligt artikel (3) ökade fosorylerat mTOR hos personer som intog vassleprotein.

6.4 Vassleproteinets inverkan på musklerna i samband med styrketräning

Den anaboliska responsen var inte högre för vassleprotein+leucin i jämförelse med enbart vassleprotein enligt artikel (8). Enligt artikel (5) ökade fettfri massa samt kroppsvikt signifikant hos personerna som intog vassleprotein + leucin. Enligt artikel (1) föreslås att 8 veckors styrketräning kombinerat med vassleprotein ökar kroppsvikten hos tränade män. Resultatet var endast en liten förändring i kroppssammansättningen eftersom även personernas fettmängd ökade. Trots detta visar resultatet i artikel (9) att vassleprotein hade positiv inverkan på hypertrofi

Liknande resultat framgick i artiklarna (12) där resultatet visar en anabolisk påverkan av vassleprotein oberoende om proteinet intas innan eller efter träning, artikel (3) enligt vilken muskelmassan ökade endast i proteingruppen (efter 10.5 veckor), artikel (6) som visade att proteingruppen hade större hypertrofi i quadriceps femoris än placebogruppen. Resultaten av artikel 13 visar att den fortsatta syntesen av myofibrillärt protein i samband med vassleprotein och styrketräning kan leda till hypertrofi i myofibrerna. Enligt artikel (15) åstadkommer 12 veckor styrketräning liknande ökning i muskelmassa oberoende om det intogs soja- eller vassleprotein.

Artiklarna (9) och (7) visade resultat över ökning i tvärsnittsytan av muskelfibrerna i både protein och placebogrupperna. Enligt artikel (3) ökade tvärsnittsytan i quadriceps femoris och vastus lateralis efter 21 veckor styrketräning i både protein- och placebogrupperna men inte i kontrollgruppen. Ökningen var större i proteingruppen. Proteingruppen visade också en snabbare ökning av tjockleken i vastus lateralis (redan vid 10.5 veckor) i jämförelse med placebogruppen (vid 21 veckor). Enligt artikel (6) ökade proteinintag vastus lateralis tvärsnittsytan. En ökning i kroppsvikten samt tjockleken av vastus lateralis märktes också i artikel (7), där det skedde redan efter 10.5 veckor, vilket var tidigare än placebo-gruppen. Dessutom var ökningen större i proteingruppen.

Resultat som inte talar för muskelhypertrofi framkom i artikel (2) och (11). Enligt artikel (2) uppstod ingen signifikant förändring i kroppsvikt, fettfri vikt eller kroppssammansättning i någon av grupperna (kontroll, protein, kolhydrat). Enligt artikel (11) har intag av vassleprotein ingen inverkan på muskelstorleken av knä extensorerna, flexorerna eller vristens plantara flexorer. Enligt artikel (7) verkade proteinet förebygga en minskning av myostatin efter styrketräning.

7 DISKUSSION

Syftet med arbetet var att ta reda på om och hur vassleprotein i samband med styrketräning inverkar på ökning av muskelmassa hos friska, vuxna personer. Utgående från syftet formades det en forskningsfråga; Inverkar vassleprotein i samband med styrketräning på ökning av muskelmassa och isåfall på vilket sätt?

Hypotesen för denna studie var att vassleprotein inverkar positivt på muskeluppbyggnad. I detta kapitel diskuteras metod och resultat utgående från studiens syfte, forskningsfråga samt hypotes.

7.1 Metoddiskussion

Studien genomfördes i form av en systematisk litteraturstudie. Den här metoden ansågs vara mest passande med tanke på syftet och forskningsfrågan. Information från olika enheter och förhållningssätt kunde inkluderas. Syftet och frågeställningen är relativt heltäckande men ändå tillräckligt avgränsade så att studien inte blev för bred.

I litteratursökningen och urvalsprocessen har relevanta studier fåtts fram med hjälp av uppsatta inklusionskriterier. 15 studier uppfyllde inklusionskriterierna och inkluderades i studien. I materialet inkluderades studier med både mindre (7 personer) och större deltagarantal (158 personer). Det kan diskuteras om dessa mindre studier är pålitliga, men eftersom det var utmanande att hitta artiklar som innehöll inklusionkriterierna för denna studie valdes även studier med färre deltagarantal att inkluderas.

De inkluderade studierna var gjorda i olika länder (USA, Finland, Danmark, Iran, Australien, Canada) vilket skribenten anser vara en styrka i denna studie. Svagheten med denna systematiska litteraturstudie kan vara de inkluderade artiklarnas olikhet.

Databaserna för litteratursökningen valdes utgående från databasernas ämnen. Valet av databaser ansågs vara lyckat men sökorden var för vidsträckta. Sökorden gav många resultat men innehållet i artiklarna var varierande. Detta gjorde arbetet mer komplicerat än väntat.

Kvalitetsbedömningsmallen för studierna har inspirerats av Forsberg & Wengströms bok (2008). Det är också viktigt att poängtera att kvalitetsgranskningen skedde enligt bästa förmåga och kapacitet. Eftersom skribenten själv gjorde upp tabeller och kriterier för

kvalitetsgranskningen (med Forsberg&Wengström i bakgrunden), är detta en faktor som kan påverka studiens interna validitet. Deltagarantalen i studierna varierade relativt mycket vilket kan ha påverkat den externa validiteten. Den interna validiteten kan ha blivit påverkad av att studierna delvis använde olika sammansättningar av vassleprotein. Studierna använde sig också av olika fysiska belastningar och mätmetoder. Trots detta stärks såväl den externa validiteten som reliabiliteten av att målgrupperna i studierna skiljde sig från varandra, vilket gör resultaten mer generaliserbara. Utöver detta har reliabiliteten i denna studie beaktats genom att insamlingen och bearbetningen av data har beskrivits på ett begripligt och pålitligt sätt.

7.2 Resultatdiskussion vilket ger möjlighet att skapa ett anaboliskt tillstånd.

Aminosyrakoncentrationen uppehåller anaboliskt tillstånd genom att fungera som byggstenar för kroppen (Berg et al. 2006 s.10). Resultaten visar att aminosyrakoncentrationen samt EAA ökar efter intag av vassleprotein, vilket korrelerar positivt med ökning av muskelmassa genom det anaboliska tillståndet.

Proteinsyntesen omsätter och nybildar proteiner i kroppen. Vassleprotein i samband med styrketräning stimulerar proteinsyntesen. Dock visade resultat i en artikel att styrketräning inte hade någon ytterligare effekt på syntesen av sarkoplasmiskt protein. Vassleproteinintag i samband med styrketräning kan påverka mRNA uttryck till fördel för hypertrofi. mRNA innehåller genetisk information om sammansättningen av protein och de styr delvis ihopkopplingen av aminosyror till proteinet i ribosomerna (Nationalencyklopedin, 2013). I en studie visades resultat i att mRNA nivåerna minskade hos placebogrupperna men inte hos vassleproteingruppen. Detta kan tyckas tala för intag av vassleprotein i samband med träning då proteinintag tycks förebygga minskningen av bl.a. myostatin mRNA uttryck efter träning.

Dessa tre faktorer (proteinsyntes, aminosyrakoncentration och anabola hormoner) går hand i hand när det är frågan om ökning av muskelmassa. De vetenskapliga artiklarna som analyserades tog även fram andra resultat som inverkar på ökning av muskelmassa men eftersom de inkluderade resultatfaktorerna uppkom i de flesta artiklarna som betydelsefulla för inverkan på ökning av muskelmassa, har dessa inkluderats i studien som resultat med starkt värde.

Studierna använde delvis olika sammansättningar av vassleprotein vilket leder till att man kan diskutera studiernas värde i förhållande till varandra. Studierna använde sig också av olika fysiska belastningar och mätmetoder. Målgruppen i de olika studierna varierade också. Alla studier uppfyllde ändå inklusionskriterierna och fick ett högt kvalitetsvärde (1-2).

Styrketräningen i de olika studierna var betonad på nedre extremiteterna. Endast ett fåtal studier inkluderade övre kroppens muskler i styrketräningen. Orsaken till att styrketräningen skedde främst i nedre extremiteterna kan diskuteras. En möjlig orsak kan vara att testresultaten framhäver bättre där. En annan tänkbar orsak kan vara att man på detta sätt aktiverar ett stort antal muskler. En absolut orsak till detta fenomen förblir dock oklar. Det förekommer också olika repetitionsmängd hos studierna. Majoriteten använde sig av 8-10 repetitioner medan det också fanns variationer i upp till 20 repetitioner. Detta skulle kunna vara en orsak till varför det inte framstod positiv inverkan på ökning av muskelmassa i två

studier, men eftersom repetitionsmängden i dessa studier inte varierade stort från de övriga studierna utesluts den möjligheten.

Arbetets syfte har ett samband med resultatet och frågeställningen har besvarats. Resultaten i den här studien kan främst användas som ett hjälpmedel inom instruktörsarbete och som råd. Kunderna vänder sig ofta till sin instruktör/tränare när de undrar över faktorer som inverkar på träningsresultatet. Det är då viktigt att instruktören kan svara med exakt och riktig information.

Fortsatt forskning inom området är relevant och behövligt. Forskning om styrketräning i samband med vassleprotein och resultaten av denna kombination är intressant eftersom användningen av den här typen av protein i samband med styrketräning verkar vara allmänt. Jämförelser i tid (intag och verkningstid) och mängd (av ett intag) skulle vara viktigt att få resultat i för att konkretisera vassleproteinets inverkan på ökning av muskelmassa. Även jämförelser mellan kasein och vassleprotein skulle vara intressant. Resultaten av denna forskning indikerar på att vassleprotein inverkar på anabola hormon, proteinsyntes, aminosyrakoncentration och direkt på muskler. För framtida forskning skulle det vara intressant att ta reda på faktorer för optimal ökning av muskelmassa, vilka faktorer som inverkar på anabola hormon, proteinsyntes, aminosyrakoncentration och muskler.

KÄLLOR

Walisiewicz, Marek. Dye, Kati. Abbott, Louise. Sampson, Robin. Tomley, Sarah. 2010, *Voimaharjoittelu ja kehonmuokkaus*, Jyväskylä: WSOYpro Oy, 255 s.

Anthony JC, Anthony TG, Kimball SR, Jefferson LS. 2001, Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine, *J Nutr*, Mar;131(3):856S-860S.

Arazi, Hamid. Hakimi, Mehdi. Hoseini, Kako. 2011, The effects of whey protein supplementation on performance and hormonal adaptations following resistance training in novice men, *Baltic journal of health and physical activity*, vol 3, nr 2, s. 87-95.

Augustsson, Jesper. Thomeé, Roland. Wernbom, Mathias. 2007, Styrketräning för muskelhypertrofi – ett evidensbaserat perspektiv, *Svensk idrottsforskning*, nr.2.

Berg, Kristian. Paulún, Fredrik. 2006, *Maximal muskeltillväxt*, Stockholm: Fitnessförlaget, 152 s.

Buttriss J, Saltmarsh M. 2000, *Functional Foods 2 – Claims and Evidence*, Cambridge: Royal Society of Chemistry Press, 264 s.

Cribb, J. Paul. Williams, D. Andrew. Stathis, G. Chris. Carey, F. Michael. Hayes, Alan. 2007, Effects of whey isolate, creatine and resistance training on muscle hypertrophy, *Medicine and science in sport and exercise*, Feb;39(2):298-307.

Forsberg, Christina. Wengström, Yvonne. 2008, *Att göra systematiska litteraturstudier*, 2.utgåvan, Stockholm: Författarna och bokförlaget Natur och kultur, 216 s.

Forsberg, Christina. Wengström, Yvonne. 2003, *Att göra systematiska litteraturstudier*, 1.utgåvan, Stockholm: Författarna och bokförlaget Natur och kultur, 208 s.

Hiltunen, Erkki. Holmberg, Peter. Jyväsjärvi, Erkki. Kaikkonen, Matti. Lindblom-Ylänne, Sari. Nienstedt, Walter. Wähälä, Kristiina. 2010, *GALENOS Introduktion till medicinska studier*, 1. utgåvan, WSOYpro Oy, 564 s.

Hulmi, Juha. 2009, Molecular and hormonal responses and adaption to resistance exercise and protein nutrition in young and older men, *Studies in sport, physical education and health – University of Jyväskylä*.

Hulmi, J. Juha. Kovanen, Vuokko. Selänne, Harri. Kraemer, J. William. Häkkinen, Keijo. Mero. A. Antti. 2008, Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression, *Amino Acids*, Jul;37(2):297-308.

- Hulmi, J. Juha. Tannerstedt, Jörgen. Selänne, Harri. Kainulainen, Heikki. Kovanen, Vuokko. Mero, A. Antti. 2009, Resistance exercise with whey protein ingestion affects mTOR signaling pathway and myostatin in men, *Journal of applied physiology*, May;106(5):1720-9.
- Ilander, Olli. Borg, Patrik. Laaksonen, Marika. Mursu, Jaakko. Ray, Carola. Pethman, Katja. Marniemi, Annikka. 2006, *Liikuntaravitsemus*, 2. utgåvan, Lahti:VK-Kustannus OY, 504 s.
- Jacobsen, Dag Ingvar. 2007, *Förståelse, beskrivning och förklaring – introduktion till samhällsvetenskaplig metod för hälsovård och socialt arbete*, 1:6 upplaga, Lund: Studentlitteratur AB, 316 s.
- Jaakkola, Kaisa. 2011, *Hormonidieetti – opas yksilölliseen täsmälaihdutukseen*, Kustannusosakeyhtiö Tammi, 176 s.
- Jefferson, LS. Kimball, SR. 2006, New functions for amino acids: effects on gene transcription and translation. *Am J Clin Nutr* 83, 500-507 s.
- Kalman, Douglas. Feldman, Samantha. Martinez, Michele. Krieger, R. Diane. Tallon, J. Mark. 2007, Effect of protein source and resistance training on body composition and sex hormones, *Journal of the International society of sports nutrition*, 4: 4.
- Kimball, SR. 2007, The role of nutrition in stimulating muscle protein accretion at the molecular level, *Biochem Soc Trans*, Nov;35(Pt 5):1298-301
- Michalsik, Lars. Bangsbo, Jens. 2004, *Aerob och anaerob träning*, SISU idrottsböcker, 261 s.
- Mielke, Michelle. Housh, J. Terry. Malek, H. Moh. Beck, W. Travis. Schmidt, J. Richard. Johnson, O. Glen. Housh, J. Dona. 2009, The effects of whey protein and leucine supplementation on strength, muscular endurance, and body composition during resistance training, *Journal of exercise physiologyonline*, Vol. 12, nr. 5.
- Nationalencyklopedin*. 2013. Tillgänglig: http://www.ne.se/dna/154884?i_whole_article=true
Hämtad 27.1.2013
- Nilsson, Frank. 2009. *Istället för doping*, 1. upplaga, Optimal förlag, 270 s.
- Reitelseder, Søren. Agergaard, Jakob. Doessing, Simon. Helmark, C. Ida. Lund, Peter. Kristense, B. Niels. Frystyk, Jan. Flyvbjerg, Allan. Schjerling, Peter. van Hall, Gerrit. Kjaer, Michael. Holm, Lars. 2011, Whey and casein labeled with L-(1-¹³C)leucine and muscle protein synthesis: effect of resistance exercise and protein ingestion, *American journal of physiology – endocrinology and metabolism*, 300:E231-E242.
- Sand, Olav. V.Sjaastad, Øystein. Haus, Egil. G.Bjåle, Jan. 2006, *Människokroppen Fysiologi och anatomi*, 2. utgåvan, Stockholm:Liber AB, 544 s.
- Sundin, Anki. 2009, *Näringslära för kroppsbyggare och andra kraftidrottare*, 1. upplaga, NGruppen Förlag, 156 s.

Sun, Y. Fang, Y. Yoon, MS. Zhang, C. Roccio, M. Zwartkuis, FJ. Armstrong, M. Brown, HA. Chen, J. 2008, Phospholipase D1 is an effector of rheb in the mTOR pathway. *Proc Natl Acad Sci USA*, Jun 17;105(24):8286-91.

Tang, E. Jason. Moore, R. Daniel. Kujbida, W. Gregory. Tarnopolsky, A. Mark. Phillips, M. Stuart. 2009, Ingestion of whey hydrolysate, casein or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men, *J Appl Physiol*, Sep;107(3):987-92.

Tipton, D. Kevin. Elliott, A. Tabatha. Cree, G. Melanie. Aarsland, A. Asle. Sanford, P. Arthur. Wolfe, R. Robert. 2007, Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise, *American journal of physiology – endocrinology and metabolism*, 7:51.

Tipton, D. Kevin. Elliott, A. Tabatha. Ferrando, A. Army. Aarsland, A. Asle. Wolfe, R. Robert. 2009, Stimulation of muscle anabolism by resistance exercise and ingestion of leucine plus protein, *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* Apr;34(2):151-61.

Walker, B. Thomas. Smith, Jessica. Herrera, Monica. Lebegue, Breck. Pinchak, Andrea. Fischer, Joseph. 2010, The influence of 8 weeks of whey-protein and leucine supplementation on physical and cognitive performance, *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 20:409-417.

Walzem RL, Dillard CJ, German JB. 2002, Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. I: *Crit Rev Food Sci Nutr*, 353-375 s.

Weisgarber, D. Krissy. Candow, G. Darren. Vogt, S.M. Emelie. 2012, Whey protein before and during resistance exercise has no effect on muscle mass and strength in untrained young adults, *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, nr.22, s. 463-369.

West, WD. Daniel. Burd, A. Nicholas. Coffey, G. Vernon. Baker, K. Steven. Burke, M. Louise. Hawley, A. John. Moore, R. Daniel. Stellingwerff, Trent. Phillips, M. Stuart. 2011, Rapid aminoacidemia enhances myofibrillar protein synthesis and anabolic intramuscular signaling responses after resistance exercise, *Am J Clin Nutr*, Sep;94(3):795-80.

Östlundh, Linda. 2006, *Dags för uppsats – vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*, Författarna och Studentlitteratur, 154 s.