

# Eiwit en krachtsport

Sport en Voeding op maat



Wesley van den Boogaard

## 1. Inleiding

In dit verslag zal, in chronologische volgorde, aan bod komen: Het streven van krachtssporters, de eiwitbehoefte van (kracht)sporters, spiereiwitsynthese, eiwitkwaliteit, timing van eiwitname en een hoofdstuk conclusie en aanbevelingen.

## Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	1
2. Krachtsporters .....	3
3. Eiwitbehoefte .....	3
3.1 Spier eiwitsynthese .....	6
3.2 Gewichtsafname .....	7
4. Kwaliteit van het eiwit .....	8
4.1 Aminozuurpatroon .....	8
4.2 Wei en eiwit-supplementen .....	10
4.3 Onderzoek naar melk en herstel .....	11
5. Timing eiwitname .....	12
5.1 Eiwitname rondom training .....	12
5.2 Spreiding van eiwitname .....	14
5.3 Vóór het slapen gaan .....	15
6. Conclusies en aanbevelingen .....	16
Literatuurlijst .....	18

## 2. Krachtsporters

Binnen dit rapport wordt uitgegaan dat krachtsporters over het algemeen streven naar een relatief grote hoeveelheid spiermassa met een zo laag mogelijk vetpercentage. In krachtsport speelt kracht de hoofdrol en staat de kwalitatieve en kwantitatieve ontwikkeling van spieren centraal ([www.Wikipedia.Org](http://www.Wikipedia.Org)).

## 3. Eiwitbehoefte

De eiwitbehoefte verschilt per persoon en is onder meer afhankelijk van de leefstijl en activiteit. In literatuur zijn de volgende waarden gevonden voor richtlijnen van eiwitname voor verschillende groepen. Deze staan weergegeven in tabel 1 t/m 4 hieronder.

Tabel 1 Eiwitbehoefte verschillende groepen mensen (1)

Groep	Geschatte <u>maximum</u> eiwitbehoefte voor mannen (g/kg lg /dag)
Zittende, inactieve leefstijl	0,8-1,0
Recreationele sporters	0,8-1,0
Serieuze weerstandstraining (beginners)	1,5-1,7
Serieuze weerstandstraining (reeds aangepast aan training programma, onderhoud huidig niveau)	1,0-1,2
Serieuze duursporter	1,2-1,6
Jong volwassen (in de groeisput)	1,5-2,0
Vrouwelijke atleten	15% lager dan mannen

Lemon 2000; Tarnopolsky 2006 (Louise Burke, 5, 2007)

Deze eiwitbehoeften zijn verkregen uit korte termijn studies. Met factoren als lange termijn adaptatie aan de training of voeding wordt geen rekening mee gehouden. (Louise Burke, 6, 2007)

Tabel 2 Eiwitbehoefte verschillende groepen mensen (2)

Groep	Geschatte <u>maximum</u> eiwitbehoefte voor mannen
Zittende, inactieve leefstijl	0,8-1,0
Elite duursporter	1,6
Matige intensiteit duursporter <sup>1</sup>	1,2
Recreationele duursporters <sup>2</sup>	0,8-1,0
Football, krachtsporten	1,2-1,6
Weerstandstraining (beginners)	1,5-1,7
Weerstandstraining (reeds aangepast aan training programma, onderhoud huidig niveau)	1,0-1,2
Vrouwelijke atleten	15% lager dan mannen

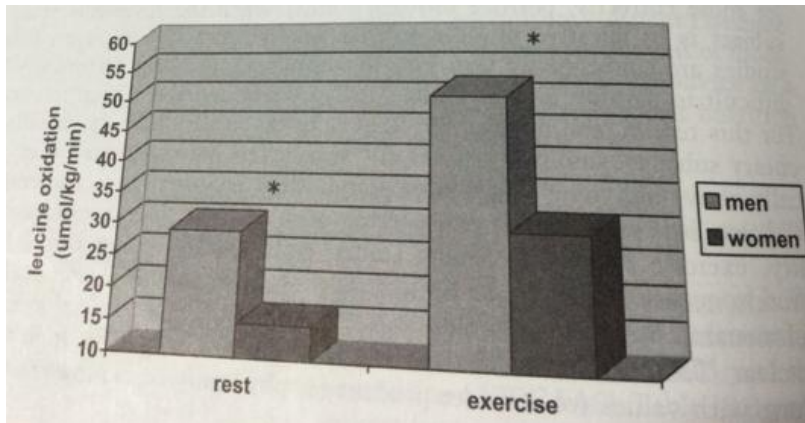
<sup>1</sup>Sporten circa 4 – 5 maal per week gedurende 45-60 minuten

<sup>2</sup>Sporten 4 – 5 maal per week gedurende 30 minuten bij <55% VO<sub>2 peak</sub>

([www.ausport.gov.au](http://www.ausport.gov.au)) (Louise Burke & Vicki Deakin, 95, 2006)

Onderzoek naar potentieel verschil in eiwitbehoefte tussen mannen en vrouwen liet zien dat de stikstofbalans lager was en oxidatie van het aminozuur leucine hoger in mannelijke hardlopers ten opzichte van vrouwelijke hardloopsters bij een eiwitname van circa 0,8-0,9 g/kg lg/dag. Zie figuur 1 hieronder. Dit zou betekenen dat de eiwitbehoefte van vrouwen lager ligt dan die van mannen. Meer

onderzoek is echter benodigd om dit te bevestigen en ook de vertaling richting krachtporters (Phillips et al., 1993).



Figuur 1 Oxidatie van het aminozuur leucine in mannelijke en vrouwelijke hardlopers tijdens rust en tijdens inspanning (Phillips, et al. 1993)

Het American College of Sports Medicine (ACSM) stemt in met de volgende eiwitbehoeften in tabel 3 hieronder.

Tabel 3 Eiwitbehoefte verschillende groepen mensen (3)

Groep	Gram eiwit per kg lichaamsgewicht per dag
Recreatieve sporters (matige inspanning)	0,8
Duursporters (intensievere / frequentere inspanning)	1,2-1,4
Krachtporters (intensievere / frequentere inspanning)	1,2-1,7

(ACSM et al., 2009)

Tabel 4 Eiwitbehoefte verschillende groepen mensen (4)

Groep	Gram eiwit per kg lichaamsgewicht per dag
Zittend	0,8
Recreatieve sporter	1,0-1,4
Weerstandtraining (onderhoud)	1,2-1,4
Weerstandtraining (spiergroei fase)*	1,4-1,8
Duursporten	1,2-1,4
Periodieke hoge intensiteit training	1,2-1,8
Gewichtsbepaalde sporten	1,4-2,0
Groeiende tieners	+10%

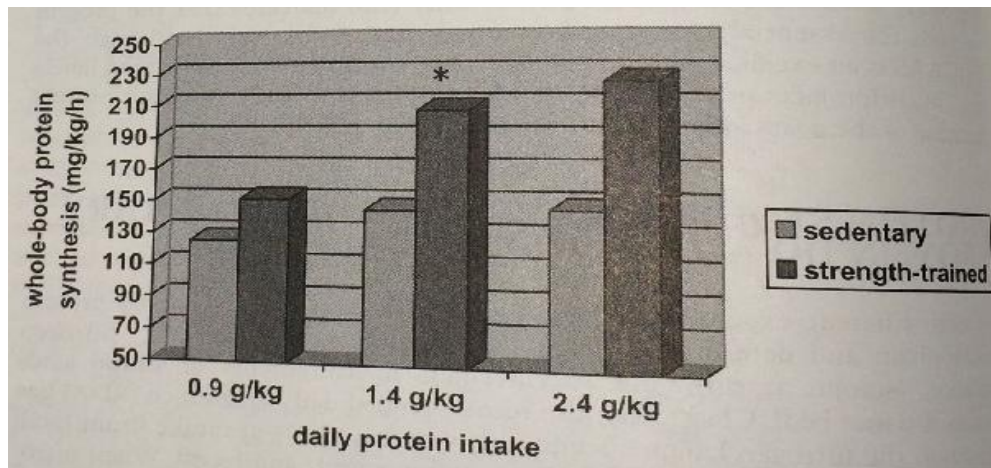
\*bij sporters welke anabole middelen (zoals groeihormoon, insuline en testosteron) nemen, zal de eiwitbehoefte veel hoger liggen voor maximale spiergroei (Jose Antonio et al., 256, 2008; Williams MH, 2005)

Gemiddeld heeft een gezond mens circa 0,8 gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht per dag nodig. De exacte eiwitbehoefte hangt af van het lichaamsgewicht, leeftijd en omstandigheden van het individu. Voor een persoon van 70 kilogram komt dit neer op een dagelijkse eiwitbehoefte van circa 56 gram per dag. Dit is ook het advies van de Gezondheidsraad wat betreft de dagelijkse eiwitname. De meeste mensen eten meer eiwit dan nodig. Dit heeft voor de gezondheid geen voor- of nadelen. Te veel eiwit eten is wel slecht voor mensen met nierproblemen en voor baby's.

([www.voedingscentrum.nl](http://www.voedingscentrum.nl))

Sporters welke een intensief trainingsschema hebben moeten circa 2 maal de ADH (ADH = 0,8 tot 1,0 g/kg lg/dag) aan eiwit binnenkrijgen: 1,5 tot 2,2 gram/kg lg/dag om de eiwitbalans in het lichaam te behouden (Kreider RB et al., 2010; Kreider RB, 1999; Lemon PW et al., 1992).

Wanneer van zowel getrainde krachtssporters als niet-getrainde mensen de eiwitsynthese wordt geobserveerd bij verschillende eiwitnamen blijkt dit voor krachtssporters bij inname van 0,9 tot 1,4 gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht voor significante verhoging van eiwitsynthese te zorgen. Zie figuur 1 hieronder. Inname van een nog grotere hoeveelheid, namelijk 2,4 gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht, resulteerde niet in een significant hogere eiwitsynthese. Ook bleek uit deze studie dat een hogere eiwitname bij inactieve mensen niet resulteert in extra eiwitsynthese.



Figuur 2 Eiwitsynthese bij verschillende eiwitnamen en het effect op inactieve mensen en krachtssporters (Tarnopolsky MA et al, 1992)

Wanneer de basisvoeding niet voorziet in de dagelijkse eiwitbehoefte kan eiwitsuppletie de spieropbouw en spierkracht bevorderen in zowel jonge als oudere sporters (Cermak et al., 2012).

Een negatieve energiebalans (energietekort) en te kort aan koolhydraten tijdens intensieve training kunnen zorgen voor een verhoogde eiwitbehoefte om een positieve stikstofbalans te behouden (Butterfield 1987; Brouns et al., 1989).

### 3.1 Spier eiwitsynthese

Krachttraining stimuleert de eiwitsynthese, echter vindt alleen een toename in spiermassa plaats wanneer voldoende hoogwaardige eiwitten of essentiële aminozuren worden geconsumeerd. De netto toename van spiereiwit hangt af van de balans tussen opbouw en afbraak van spiereiwitten. Door op de juiste manier en met consistentie krachttraining te beoefenen, wordt eiwitsynthese gestimuleerd, spiermassa verhoogd en vetmassa vermindert (Phillips, 2012).

Bij een tekort aan eiwit in het dieet zal een negatieve stikstofbalans in het lichaam ontstaan wat kan leiden tot een verhoogde eiwitverbranding en vertraagd herstel. Gedurende langere tijd kan dit leiden tot verbranding van spiermassa en verslechterde sportprestaties (Kreider RB et al., 2010).

Ook al hoeven sommige sporters niet te supplementeren met eiwit om te voldoen aan hun dagelijkse eiwitbehoefte, toch komt het veel voor dat een sport diëtist een sporter aanraadt te supplementeren met eiwit. Dit om te voldoen aan de dagelijkse eiwitbehoefte en/of om de essentiële aminozuren te leveren na de training om de eiwitsynthese te optimaliseren (Bill Campbell et al., 2007).

Het ISSN (International Society Of Sports Nutrition) neemt de volgende standpunten in op gebied van eiwitinname:

- Sporters hebben circa 1,4 tot 2,0 gram eiwit /kg lg/dag nodig
- Eventuele negatieve gezondheidseffecten door inname van bovenstaande hoeveelheden eiwit is nooit aangetoond in gezonde, sportende personen
- Voorkeur om te voldoen aan de dagelijkse eiwitbehoefte is middels inname van normale levensmiddelen, maar eventuele supplementatie met eiwit is een veilige en handige manier om hoogwaardige eiwitten te consumeren
- Inname van eiwitten direct na de training heeft verschillende voordelen waaronder versneld herstel en grotere toename in vetvrije massa.
- Inname van BCAA's (branched chained amino acids) heeft aangetoonde voordelen voor sporters, waaronder verhoogde eiwitsynthese, verminderde eiwitaafbraak en helpt mogelijk bij herstel van training
- De eiwitbehoefte van sporters ligt hoger dan die van niet-sporters

(Bill Campbell et al., 2007)

Mensen die niet voldoende eiwit binnen krijgen via hun dieet ervaren mogelijk vertraagd herstel en vertraagde adaptatie aan training (RB Kreider, 1999).

Op basis van de huidige literatuur kan geconcludeerd worden dat inname van eiwit en/of BCAA's voor of na weerstandstraining de eiwitsynthese en toename in vetvrije massa kan verhogen ten opzichte van normale adaptatie. Het gebrek bij deze studies is dat deze toenames in eiwitsynthese en vetvrije massa voornamelijk zijn geobserveerd in ongetrainde mensen. Uitzondering hierop zijn de studies waarbij de supplementen andere nutriënten bevatten zoals creatine monohydraat (Kerksick et al., 2008; Bill Campbell et al., 2007).

Wanneer meer eiwit dan de dagelijkse eiwitbehoefte wordt ingenomen, lijkt dit geen extra winst in kracht en spiermassa op te leveren (RB Kreider, 1999).

### 3.2 Gewichtsafname

Ook is gekeken naar de eiwitbehoefte bij een energietekort. Veel krachtssporters streven namelijk naar een laag vetpercentage ofwel relatief veel spiermassa en weinig vetmassa. Zij krijgen te maken met een negatieve energiebalans door een te kort aan calorieën wanneer zij bezig zijn met gewicht/vetmassa verliezen.

Om gewicht te verliezen moet meer energie worden verbrand dan geconsumeerd. Dit kan worden gerealiseerd door meer calorieën te verbranden met beweging en tegelijkertijd de calorie inname te verlagen. De grootte van dit energietekort en gedurende hoelang dit wordt aangehouden bepaalt hoeveel gewicht wordt verloren. Ieder pond (ca. 0,45 kg) vetweefsel bevat circa 3500 kcal. Een energietekort van circa 500 kcal per dag zal dus theoretisch resulteren in een vetverlies van circa 1 pond (ca. 0,45 kg) per week (Helms et al., 2014).

Tijdens gewichtsafname zou de calorie inname gesteld moeten worden op een waarde welke resulteert in een gewichtsverlies van circa 0,5% - 1,0% lichaamsgewicht per week om behoud van spiermassa tijdens gewichtsafname te maximaliseren. Met deze verlaagde calorie inname zullen de meeste bodybuilders het beste reageren op inname van: 2,3 – 3,1 g eiwit /kg vetvrije massa per dag, 15-30% calorieën via vetinname en de overige hoeveelheid calorieën via koolhydraatinname.

Bij inname van voldoende calorieën, gelijk aan de energiebehoefte of boven de energiebehoefte, ligt de eiwitbehoefte op 1,2 – 2,2 g/kg lichaamsgewicht om adaptatie aan training te realiseren. (Helms et al., 2014)

Bewijs bestaat dat bij een lager vetpercentage de eiwitbehoefte hoger ligt dan bij een hoger vetpercentage (Helms et al., 2013; Elia M et al., 1999; Hall KD, 2007).



## 4. Kwaliteit van het eiwit

De kwaliteit van een eiwit kan op een aantal manieren worden beoordeeld. Hieronder volgt een uiteenzetting van de kwaliteit van wei-eiwit, gelet op eigenschappen zoals het aminozuurpatroon, biologische waarde en PDCAA score.

### 4.1 Aminozuurpatroon

Eiwitten bestaan uit 20 verschillende aminozuren, waarvan 8 essentieel voor de mens. Deze 8 essentiële aminozuren kan het lichaam niet zelf maken en moeten dus via de voeding worden geconsumeerd. De overige 12 aminozuren kunnen door het lichaam zelf worden gemaakt van andere stofwisselingsproducten en gecombineerd worden om bijvoorbeeld spieren, botten, pezen, huid, haar en andere weefsels van te maken. Daarnaast bemiddelen deze aminozuren in het transport van voedingsstoffen en productie van enzymen in het lichaam. Zowel de essentiële aminozuren als de niet-essentiële aminozuren staan opgesomd in tabel 5 hieronder.

Tabel 5 Een overzicht van alle voor de mens essentiële- en niet-essentiële aminozuren

Essentiële aminozuren	Niet-essentiële aminozuren
Isoleucine; Leucine; Lysine; Methionine; Fenylalanine; Threonine; Tryptofaan; Valine.	Alanine; Arginine; Asparagine; Aspartaamzuur; Cysteïne; Glutaminezuur; Glutamine; Glycine; Histidine; Proline; Serine; Tyrosine.

Zoals in tabel 6 hieronder te zien, zijn zowel koemelk als het hieruit geïsoleerde wei-eiwit kwalitatief hoogwaardige eiwitbronnen met een volledig aminozuurpatroon en dus een volledige eiwitbron volgens standaarden van de WHO.

Tabel 6 Overzicht aminozuurpatroon in [mg aminozuren / g eiwit]

Essentieel aminozuur	WHO referentie [mg/g eiwit] <sup>1</sup>	Koemelk <sup>2</sup>	Wei-eiwit <sup>3</sup>
Histidine	15	27	16
<b>Isoleucine</b>	30	47	54
<b>Leucine</b>	59	95	89
Lysine	45	78	88
Methionine + cysteine	22	33	32
Fenylalanine + tyrosine	38	102	65
Threonine	23	44	65
Tryptofaan	6	14	22
<b>Valine</b>	39	64	82

<sup>1</sup>(World Health Organization (WHO), 2007); <sup>2</sup>([www.fao.org](http://www.fao.org)); <sup>3</sup>([www.hammernutrition.com](http://www.hammernutrition.com))

Niet alle eiwitten zijn hetzelfde en verschillen afhankelijk van de eiwitbron in aminozuurpatroon en de methode waarop het eiwit is behandeld of geïsoleerd. Deze factoren hebben effect op de kwaliteit en opneembaarheid van het eiwit (Bucci L, Unlu L, 2000).

De kwaliteit kan worden uitgedrukt op de volgende manieren: protein-efficiency ratio (PER), biologische waarde (BV), netto eiwit benutting (NEB) en protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS). Deze waarden staan voor een aantal eiwit soorten weergegeven in tabel 7 hieronder.

Tabel 7 Verschillende eiwitsoorten en hun BV, PER en PDCAAS

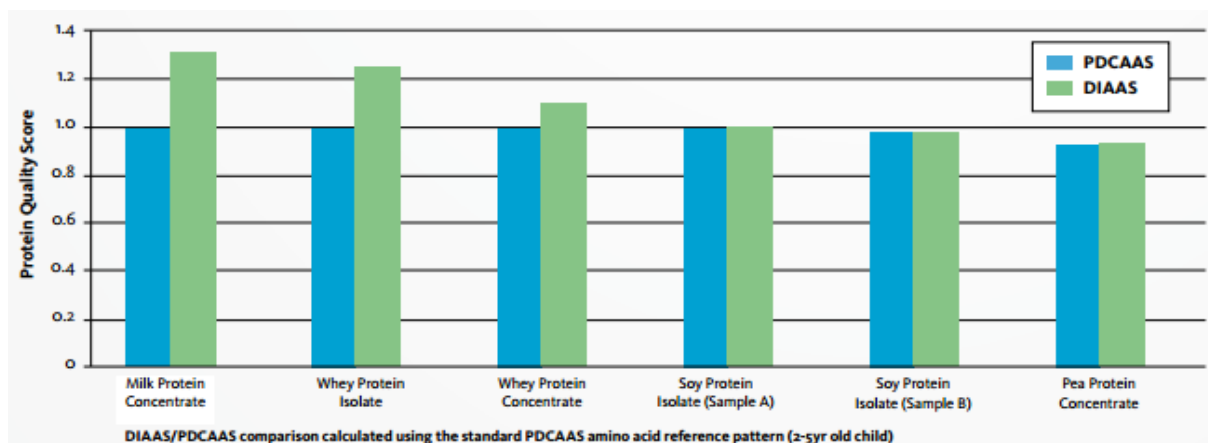
Soort eiwit	BV	PER	PDCAAS*
Wei hydrolysaat	100	>3.0	1.00
Wei concentraat	100	>3.0	1.00
Caseïne	71	2.9	1.00
Melk	91	2.8	1.00
Rund, gevogelte, vis	79-83	2.0-2.9	0.80-0.92
Soja	74	1.8-2.3	0.91-1.00
Heel ei	100	2.8	1.00

(Kreider RB, 2000; Jose Antonio, 2008, 255)

\*De methode welke wordt gebruikt voor de bepaling van de PDCAAS heeft enige beperkingen.

Een nieuwere en meer betrouwbare methode is tegenwoordig beschikbaar, de DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score). Deze nieuwe methode is niet gelimiteerd tot een score van 100% en meet de nauwkeurige verteerbaarheid van specifieke aminozuren in tegenstelling tot ruwe eiwit levels bij de PDCAAS methode. De door de FAO onderschreven DIAAS methode geeft een betrouwbaardere meting van de eiwit verteerbaarheid en hiermee een meer nauwkeurige beoordeling van de nutritionele kwaliteit van voedingseiwitten dan de PDCAAS methode. (Fonterra, 2013).

Wanneer wordt gekeken naar de resultaten welke worden verkregen via de DIAAS methode met betrekking op verschillende eiwitbronnen, komt zuivel eiwit hier het beste uit naar voren. Zie figuur 2 hieronder. Zowel melk eiwit concentraat, wei eiwit isolaat en wei eiwit concentraat lijken zelfs nog beter opgenomen te worden dan werd aangenomen op basis van resultaten uit de PDCAAS voor deze eiwitbronnen.



Figuur 3 DIAAS weergeeft de werkelijke waarde van voedingseiwitten en plaatst zuivel duidelijk boven andere bronnen (Fonterra, 2013)

## 4.2 Wei en eiwit-supplementen

Melk bevat twee verschillende melkeiwitten (caseïne en wei) welke met verschillende snelheid worden verteerd. Dit verschil in snelheid van opname kan zorgen voor een katabole (afbrekende) dan wel anabole (opbouwende) toestand van het lichaam (Bucci L, Unlu L, 2000; Boirie Y et al., 1997).

Het is dan ook belangrijk dat niet alleen de focus ligt op inname van voldoende eiwit maar ook dat dit eiwit van hoge kwaliteit is.

Voedingsbronnen laag in vet en met een hoge eiwitkwaliteit zijn bijvoorbeeld: magere kip, vis, ei-eiwit en magere melk (caseïne en wei). De beste bronnen van hoge eiwitkwaliteit op gebied van supplementen zijn wei, caseïne, melkeiwit en ei-eiwitten (Kreider RB et al., 2010; Bucci L, Unlu L, 2000).

Eiwit-supplementen bieden een snelle en gemakkelijke manier voor krachtssporters om de eiwitinname te verhogen. Verhogen van de eiwitinname boven de dagelijkse eiwitbehoefte levert geen toename in kracht of spiergroei (Jose Antonio et al., 2008, 354).

Extra eiwitten zorgen voor sneller spierherstel na krachtinspanning maar niet voor een snellere spiergroei. Dit geldt voor fanatieke krachtssporters welke vaker dan 3 keer per week trainen. Een gewone maaltijd direct na het sporten maakt een eiwit-supplement overbodig. Duurt het nog een paar uur voor gegeten wordt dan kan een eiwit-supplement helpen. Meer dan 40 gram eiwit per keer kunnen de spieren niet verwerken en wordt afgebroken. Voorkeur voor een eiwit-supplement is in de vorm van caseïne- of wei-eiwit ([www.voedingscentrum.nl](http://www.voedingscentrum.nl)).

De beste bronnen van kwalitatief hoogwaardig eiwit zijn wei, caseïne, melk- en ei-eiwitten (Kreider RB et al., 2004). Wei-eiwit, voornamelijk wei eiwit isolaten of gehydrolyseerde wei peptiden worden veelal gepromoot voor krachtssporters als zijnde de beste eiwitten op basis van de hoge biologische beschikbaarheid en het gegeven dat zij verschillende kritieke aminozuren (glutamine, leucine, isoleucine en valine) bevatten. Caseïne is het voornaamste eiwit in zuivelproducten en is net als wei een complete eiwitbron. (Jose Antonio et al., 2008, 354)

Wat betreft inname van het soort eiwit tijdens en na het sporten heeft wei de voorkeur omdat deze snel wordt opgenomen en het feit dat wei alle essentiële aminozuren en hoge percentages glutamine en leucine bevat, twee aminozuren welke het lichaam gebruikt tijdens inspanning. (Jose Antonio et al., 2008, 654; Dangin M et al., 2001).

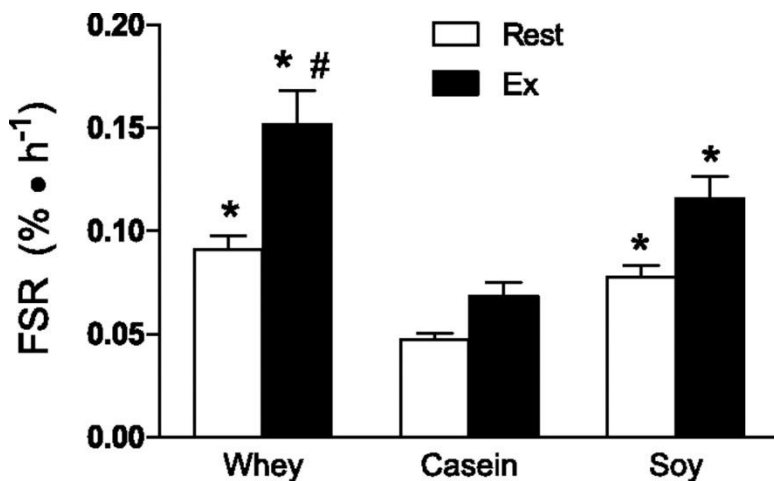
Eiwit is een essentieel macronutriënt voor de krachtssporter vóór, tijdens en na training. Wei en caseïne zijn momenteel de twee meest populaire typen eiwit in supplementen. In repen zorgt caseïne voor een zachtere structuur dan wei. Wei heeft een betere oplosbaarheid en is daarom ideaal voor instant poeder dranken. Wei wordt gebruikt voor onder andere de volgende applicaties: voedingsrepen, snacks, sauzen en dranken. (Jose Antonio et al., 2008, 655)

Tijdens een periode van krachttraining kan gebruik van eiwit- en aminozuursupplementen een grotere toename in spiermassa en spierkracht tot gevolg hebben. Supplementatie met eiwit of aminozuren kan worden overwogen wanneer de basisvoeding niet voorziet in de dagelijkse eiwitbehoefte (Cermak et al., 2014; Sijnder, 2014).

Caseïne wordt het “langzame” eiwit genoemd omdat de aminozuren van dit melkeiwit over een periode van 6 uur geleidelijk worden afgegeven. Wei wordt het “snelle” eiwit genoemd omdat dit melkeiwit zorgt voor een aminozuurpiek in de eerste 2 uur na consumptie waardoor dit eiwit sneller wordt opgenomen (Dangin et al., 2001; Lacroix et al., 2006; Pennings et al., 2011). Hierdoor is wei-

eiwit geschikt om te gebruiken voor snel herstel tussen bijvoorbeeld wedstrijden of trainingen (Devries et al., 2015). In tegenstelling tot caseïne-eiwit welke vooral geschikt is om 's avonds te nemen voor spierherstel en spieropbouw tijdens de nachtrust.

Onderzoek naar de eiwitsynthese bij wei, caseïne en soja eiwit bij rust en weerstandstraining resulteerde in de volgende resultaten, zie figuur 3 hieronder. De eiwitsynthese bleek groter bij weerstandstraining dan bij rust bij inname van alle drie de eiwitten. Inname van wei-eiwit resulteerde in de meeste eiwitsynthese, gevolgd door soja en vervolgens caseïne eiwit (Tang et al., 2009).



Figuur 4 eiwitsynthese bij rust en weerstandstraining van wei, caseïne en soja eiwit (Tang et al., 2009)

#### 4.3 Onderzoek naar melk en herstel

Wanneer wordt gekeken naar de voedingskundige samenstelling van melk: gehalte aan energie, vocht, eiwit, koolhydraten en elektrolyten zoals natrium en kalium, suggereert deze dat melk nuttig kan zijn als drank na het sporten. Wanneer melk wordt vergeleken met sportdranken met dezelfde osmolariteit laten deze vergelijkingen zien dat melk gunstig is voor de vochtbalans na inspanning (Roy, 2008; Shirreffs et al., 2007; Watson et al., 2008). Het water en de mineralen zorgen voor herstel van de vochtbalans en de eiwitten helpen beschadigingen in de spier als gevolg van inspanning te herstellen. Daarnaast wordt de koolhydraatvoorraad aangevuld via melksuiker of toegevoegde suikers zoals in chocolademelk (Lee, 2008; Shirreffs et al., 2007; Watson et al., 2008).

Melk kan aanmaak van spiermassa ondersteunen na krachttraining op de korte en langere termijn (Elliot et al., 2006; Hartman et al., 2007)

Studies naar gebruik van chocolademelk (meestal 1% vet) laten zien dat chocomelk de glycogeenreservaat kan aanvullen na inspanning (Karp, 2006; Lee, 2008; Thomas, 2009; Pritchett, 2012).

In een studie waarbij chocolademelk werd vergeleken met een iso-calorische koolhydraatdrink bleek het laag vet in de chocolademelk gunstige effecten te hebben op de eiwitbalans in het lichaam en eiwitsynthese na duurinspanning (Lun et al., 2012). Ook werd aangetoond dat in relatie tot krachttraining het drinken van 500 ml melk kan helpen bij verlichting van spierpijn en dat afgenomen spierprestaties kunnen worden tegengegaan (Cockburn et al., 2008; Cockburn et al., 2010; Cockburn et al., 2012; Rankin et al., 2015).

## 5. Timing eiwitname

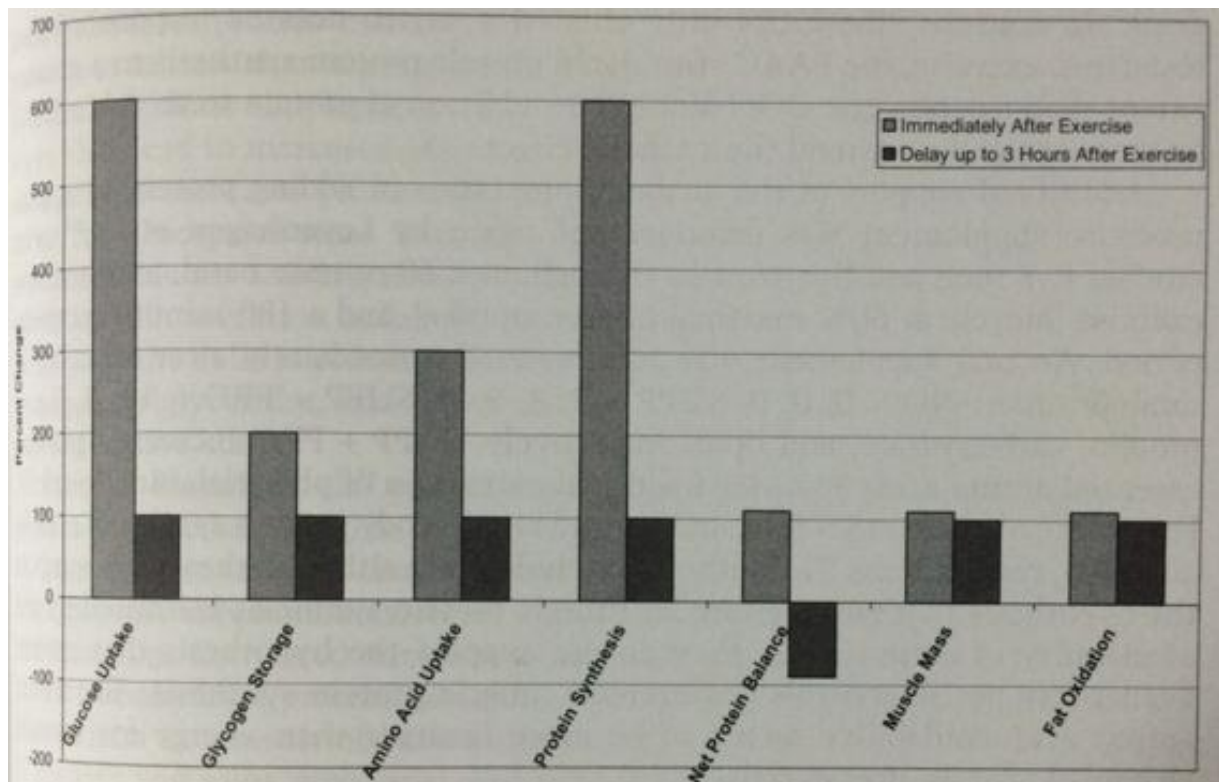
De netto eiwitbalans welke resulteert uit de constante opbouw en afbraak van spiermassa wordt aangeduid met de term 'turnover'. Om spieropbouw te realiseren dient de spieropbouw groter te zijn dan de spierafbraak. Door training wordt spierweefsel beschadigd met als reactie dat de spieren worden gestimuleerd zich te herstellen en sterker te worden (Silverthorn, 2010).

Uit een meta-analyse is gebleken dat extra eiwit na krachttraining effectief is voor de opbouw van spiermassa. Andere momenten zoals bij het ontbijt of voor het slapen gaan zijn geschikt om eiwitrijke producten te consumeren (Beelen et al., 2010).

### 5.1 Eiwitname rondom training

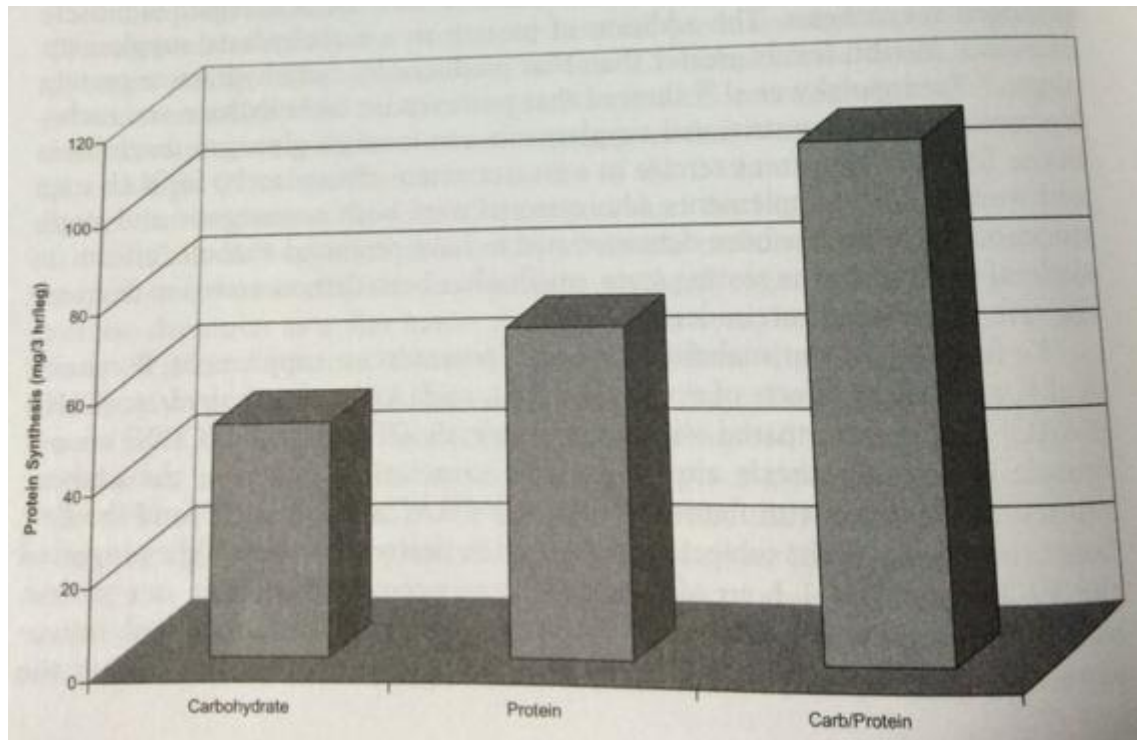
De nadruk zou niet alleen gelegd moeten worden op de totale dagelijkse eiwitname maar ook de timing van eiwitname. Het consumeren van eiwit direct voor en na de training is doorslaggevend voor de atleet om spiermassa op te bouwen (Jose Antonio et al., 2008, 355).

De lichtgekleurde balken representeren het effect van nutriëntname direct na de inspanning en de donkergekleurde balken de effecten van nutriëntname 3 uur na de training, zie figuur 4 hieronder. Inname van nutriënten direct na de training resulteert in een significant hogere glucose opname, glycogeen opslag, aminozuuropname, eiwitsynthese en netto eiwitbalans. Deze voordelen zijn niet te zien bij inname 3 uur na inspanning. Wel is te zien dat wanneer gedurende 3 uur na training geen nutriëntname plaatsvindt, dit resulteert in een negatieve netto eiwitbalans in het lichaam. Eventuele negatieve effecten op de hoeveelheid netto spiermassa op langere termijn wanneer niet direct wordt gegeten na training is hiermee echter niet aangetoond. (Chandler et al., 1994)



Figuur 5 Het effect van verlate nutriëntname op anabole spierprocessen na training (Chandler et al., 1994)

Een krachttraining sessie kan spiergroei veroorzaken onder voorwaarde dat de mate van eiwitsynthese de mate van eiwitafbraak overheerst. Wanneer te weinig eiwit en energie wordt ingenomen kan een negatieve balans ontstaan waardoor de eiwitafbraak overheerst wat resulteert in een katabole (afbrekende) staat. Het metabolisme dat zorgt voor spieropbouw na training houdt gedurende een periode van 24-48 uur aan. Beschikbaarheid van aminozuren is een belangrijke factor in dit spieropbouw metabolisme. Inname van aminozuren samen met de training stimulus en het hierdoor opgewekte metabolisme voor spieropbouw maximaliseren samen de stimulatie van spier eiwit synthese. Atleten zouden daarom koolhydraten (1 g/kg lg) en eiwitten (0,5 g/kg lg) moeten supplementeren binnen 30 minuten na training plus een koolhydraatrijke maaltijd consumeren binnen 2 uur na de training. (Jose Antonio et al., 2008, 658). Zie figuur 5 hieronder.

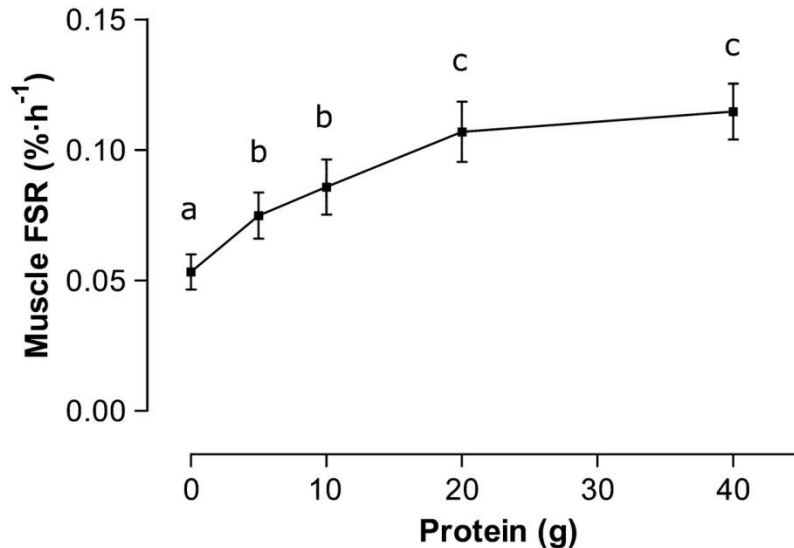


**Figuur 6 Eiwitsynthese bij inname van koolhydraten, eiwitten en een combinatie van koolhydraten + eiwitten**

Eiwitten dienen zo snel mogelijk na de inspanning te worden geconsumeerd voor het meest effectieve spierherstel. Dit geldt voor zowel duurinspanning als krachtinspanning (Beelen et al., 2010). Voor prestatiesporters wordt voor optimaal spierherstel en spiergroei aangeraden 20 gram hoge kwaliteit eiwit te consumeren na een intensieve training (ACMS et al., 2009; Areta, 2013; Beelen et al., 2010; IAAF, 2013; International Olympic Committee, 2010). Inname van meer eiwit in één maaltijd leidt niet tot significant meer spiersynthese (Beelen et al., 2010).

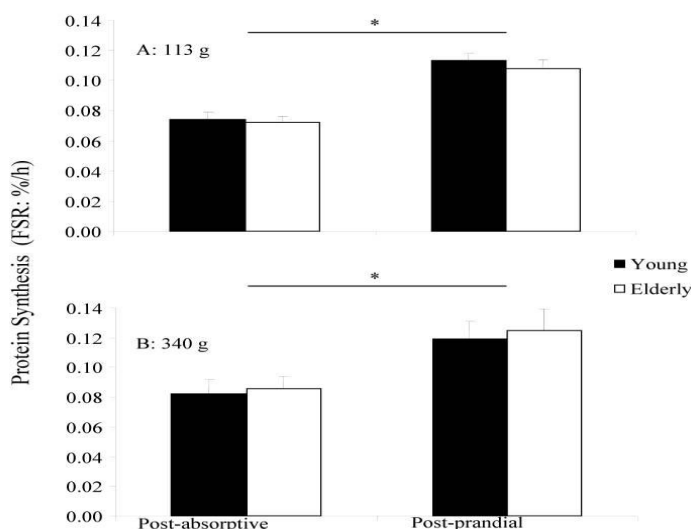
## 5.2 Spreiding van eiwitname

Voor optimale spieropbouw dient per maaltijd ongeveer 20 gram hoogwaardig eiwit te worden geconsumeerd (Moore et al., 2009) zie figuur 6 hieronder. Wanneer de dagelijkse eiwitbehoefte bijvoorbeeld 80 gram per dag bedraagt, is daarom voor optimaal spierherstel het meest effectief om dit te verdelen in porties van 4x20 gram per dag in plaats van in porties van 8x10 of 2x40 gram (Areta et al., 2013). Eiwitname vlak voor het slapengaan kan tijdens het slapen de spiereiwitssynthese stimuleren waardoor spierherstel wordt bevorderd (Reset al., 2012; Snijder, 2014).



Figuur 7 Verschillende hoeveelheden albumine eiwit inname en eiwitssynthese na krachttraining bij jonge mannen (Moore et al., 2009)

Meer bewijs dat grotere hoeveelheden eiwit niet resulteren in meer eiwitssynthese werd gevonden in de studie naar portiegrootte van eiwitrijke maaltijden onder ouderen en jongeren. Eiwitssynthese werd geobserveerd bij inname van 113 gram biefstuk (30 gram eiwit) en een drie maal zo grote portie van 340 gram biefstuk (90 gram eiwit). Zie figuur 8 hieronder. Inname van meer dan 30 gram eiwit in één enkele maaltijd resulteert niet in extra eiwitssynthese in jongeren en ouderen. Consumptie van meer dan 20 – 25 gram eiwit in één maaltijd verhoogt alleen de oxidatie en ureum productie (Symons et al., 2009).



Figuur 8 Eiwitssynthese bij inname van 30 gram eiwit en 90 gram eiwit via biefstuk in jongeren en ouderen (Symons et al., 2009)

### 5.3 Vóór het slapen gaan

Gedurende nachtrust vermindert aanmaak van spiermassa en gaat spiermassa afbraak gewoon door. Dit resulteert in een negatieve eiwitbalans in de ochtend. Bij inname van 40 gram eiwit vlak voor het slapen gaan lijkt het lichaam de volgende ochtend in een positieve eiwitbalans te zijn (Res et al., 2012). Ook resulteerde inname van 27,5 gram caseïne eiwit voor het slapen gaan in combinatie met een lange termijn krachttraining programma in meer spiermassa en spierkracht (Snijder, 2014).



## 6. Conclusies en aanbevelingen

Om spiermassa op te bouwen dient de opbouw van eiwitten (anabole processen) de afbraak van eiwitten (katabole processen) in het lichaam te overheersen. Hiervoor dient de eiwit (stikstof) balans dagelijks positief te zijn. Dit wordt gerealiseerd door voldoende calorieën en hoogwaardige eiwitten te consumeren welke voldoende essentiële aminozuren bevatten.

Een eenduidig antwoord op de exacte dagelijkse eiwitbehoefte van een krachtssporter kan niet worden gegeven. Op basis van verschillende studies kan worden aangenomen dat de eiwitbehoefte voor krachtssporters circa 2 maal de ADH (ADH = 0,8 g eiwit /kg lg /dag) bedraagt. Dit komt neer op een eiwitbehoefte van circa 1,2 tot 2,0 g eiwit/kg lg/dag.

Het is zeer waarschijnlijk dat geldt: hoe lager het vetpercentage en hoger de hoeveelheid spiermassa hoe hoger de eiwitbehoefte van de atleet. Daarnaast lijkt de eiwitbehoefte hoger in geval van een langdurig calorietekort, dus gedurende perioden van gewichtsverlies en vetverbranding. Dit komt waarschijnlijk doordat vaak meer wordt getraind om meer calorieën te verbranden en minder calorieën worden geconsumeerd waardoor een energietekort in het lichaam heerst. Dit betekent dat gedurende de dag meer eiwit wordt verbrand voor energie. Om dit te compenseren en dus een positieve eiwit (stikstof) balans te realiseren, dient de eiwitinname te worden verhoogd. De eiwitbehoefte kan in deze gevallen liggen tussen de 2,3 – 3,1 g eiwit/ kg vetvrije massa. Om zoveel mogelijk spiermassa te behouden tijdens gewichtsafname wordt aangeraden niet meer dan 0,5 – 1,0 % van het totale lichaamsgewicht per week te verliezen. Wanneer geen rekening wordt gehouden met vetvrije massa zou in veel gevallen voor vrouwen de richtlijnen voor de dagelijkse eiwitbehoefte met 15% gereduceerd kunnen worden.

De optimale dosis eiwit per maaltijd lijkt volgens de meeste studies tussen de 20 á 30 gram eiwit te liggen. Het advies luidt dan ook de eiwitinname over de gehele dag in porties van circa 20 gram eiwit per eetmoment te verdelen. Inname van grotere hoeveelheden eiwit per maaltijd blijkt te resulteren in oxidatie en vorming van ureum en dus niet in sneller herstel of meer opbouw van spiermassa. In gezonde personen heeft een overschrijding van de dagelijkse eiwitbehoefte geen waargenomen schadelijke effecten. Teveel eiwit kan wel schadelijk zijn voor mensen met nierproblemen of baby's.

Melk is een hoogwaardige eiwitbron met een volledig aminozuurpatroon. Hetzelfde geldt voor de melkeiwitten wei eiwit en caseïne eiwit afzonderlijk, welke worden gewonnen uit melk. Wei-eiwit lijkt door zijn snelle verteerbaarheid, hoge concentraties aan essentiële aminozuren en hoge biologische beschikbaarheid de meest ideale bron te zijn voor het maximaliseren van spier eiwit synthese en het versnellen van spierherstel. Wei eiwit lijkt voor optimaal herstel het beste ingenomen te kunnen worden wanneer snel behoefte is aan eiwitten / aminozuren zoals 's ochtends, vóór, tijdens en na de training. Na de training lijkt het voor de spier eiwitsynthese essentieel binnen 0-3 uur een combinatie van hoogwaardige eiwitten binnen te krijgen in combinatie met snel opneembare koolhydraten. Wei-eiwit leent zich hier uitstekend voor, wederom in een dosering van circa 20 gram eiwit.

Inname van 40 gram eiwit vlak voor het slapen gaan lijkt te resulteren in een positieve eiwitbalans in de ochtend. Ook bleek inname van 27,5 gram caseïne eiwit voor het slapen gaan in combinatie met een lange termijn krachttraining programma te resulteren in meer spiermassa en spierkracht.

Kanttekening bij de meeste studies is het feit dat de meeste studies naar de eiwitbehoefte en spier eiwitsynthese bij inname van verschillende eiwitbronnen en doseringen alleen inzicht geven van de effecten op korte termijn en niet op lange termijn. Daarnaast zijn de proefpersonen in kwestie vaak

niet-sporters en daarom kunnen vraagtekens worden geplaatst bij de vertaling van de waargenomen effecten bij deze proefpersonen naar daadwerkelijke sporters.

## Literatuurlijst

American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports Exercise*. 2009;41:709-731. [also published in *Journal of the American Dietetic Association*. 2009;109:509-527]

Amino acid scoring patterns, <http://www.fao.org/3/contents/aa7e1ca5-4634-51bf-a465-5bf12d5cec2d/M3013E00.HTM#note9c>, bekeken op 4 juni 2016

Areta J.L., Burke L.M., Ross M.L, Camera D.M., West D.W., Jeacocke N.A., Moore D.R., Stellingwerff t., Phillips S.M., Hawley J.A., Coffey V.G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *The Journal of Physiology*.2013;591(Pt 9):2319-31.

Beelen, M., Burke, L.M., Gibala, M.J., and van Loon, L. J.C. (2010). Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2010;20(6):515-32.

Boirie Y et al., Energetic cost of protein turnover in healthy elderly humans. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001, 25(5):601-5.

Brouns et al., 1989. Metabolic changes induced by sustained exhaustive cycling and diet manipulation. *International Journal of sports Medicine* 10: S49-S62

Bucci L, Unlu L: Proteins and amino acid supplements in exercise and sport, CRC PressDriskell J, Wolinsky I 2000, 191-212.

Butterfield, G.E. 1987. Whole-body protein utilisation in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 19: S157-S165

Cermak N.M., Res P.T., de Groot L.C., Saris W.H., van Loon L.J. (2012). Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2012;96(6):1454-64. doi: 10.3945/ajcn.112.037556. Epub 2012 Nov 7.

Chandler RM, Byrne HK, Patterson JG, Ivy JL. Dietary supplements affect the anabolic hormones after weight-training exercise. *J Appl Physiol* 1994;76:839-845

Clinical sports nutrition, third edition, Louise Burke & Vicki Deakin, 2006, McGraw-Hill, Australia Pty Ltd

Cockburn E., Hayes P.R., French D.N., Stevenson E., St Clair Gibson A. (2008). Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2008;33:775-783.

Cockburn E., Robson-Ansley P., Philip R.H., Stevenson E. (2012). Effect of volume of milk consumed on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *European Journal Of Applied Physiology*. 2012;112:3187-3194.

Cockburn E., Stevenson E., Philip R.H., Robson-Ansley P., Howatson G. (2010). Effect of milk-based carbohydrate-protein supplement timing on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2010;35:270-277.

Dangin M, Boirie Y, Garcia-Rodenas C, Gachon P., Fauquant J., Callier P., Ballèvre O., Beaufrère B (2001). The digestion rate of protein is an independent regulating factor of postprandial protein retention. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*. 2001;280: E340–E348.

Devries M.C., Phillips S.M. (2015). Supplemental Protein in Support of Muscle Mass and Health: Advantage Whey. *Journal of Food Science*. 2015;Vol 80(S1). doi: 10.1111/1750-3841.12802 Eettabel (2013). Voedingscentrum, 2013.

Eiwitten | Voedingscentrum <http://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/eiwitten.aspx>, bekeken op 2 juni 2016

Elia M, Stubbs RJ, Henry CJ: Differences in fat, carbohydrate, and protein metabolism between lean and obese subjects undergoing total starvation. *Obes Res*. 1999, 7: 597-604. 10.1002/j.1550-8528.1999.tb00720.x.

Elliot T.A., Cree G.M., Sanfor P.A., Wolfe R.R., Tipton K.D. (2006). Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. (2006);38:667-674.

Fonterra – Measuring protein quality – infographics, <https://www.fonterra.com/wps/wcm/connect/60638215-d7c1-4b84-8796-3fe1ac0b3c17/Measuring+Protein+Quality+Infographics.pdf?MOD=AJPERES>, bekeken op 5 juni 2016

Hall KD: What is the required energy deficit per unit weight loss?. *Int J Obes*. 2007, 32: 573-576.

Hartman J.W., Tang J.E., Wilkinson S.B., Tarnopolsky M.A., Lawrence R.L., Fullerton A.V., Phillips S.M. (2007). Consumption of fat-free fluid milk following resistance exercise promotes greater lean mass accretion than soy or carbohydrate consumption in young novice male weightlifters. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2007;86:373-381.

Helms ER et al, Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation, 2014, *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2014

Helms ER, Zinn C, Rowlands DS, Brown SR: A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013, Epub

IAAF Athletics (2013). Nutrition for athletics. A practical guide to eating and drinking for health and performance in track and field. Updated May 2013.

International Olympic Committee (2010). Consensus Statement on Sports Nutrition 2010. <http://www.Olympic.org/Documents/ Reports/EN/CONSENSUS-FINAL-V8-en.pdf>. Accessed November 6, 2011.

Jose Antonio et al., *Essentials of Sports Nutrition and Supplements*, 2008, Humana Press

Karp J.R., Johnson J.D., Tecklenburg S., Mickleborough T.D., Fly A.D., Stager J.M. (2006). Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2006;16:78-91.

Kerksick C et al., International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing, *J int Soc Sports Nutr* 2008, 5:17

Krachtsport <https://nl.wikipedia.org/wiki/Krachtsport>, bekeken op 5 juni 2016

Kreider RB et al., ISSN Exercise & Sport nutrition review: research & recommendations, 2010

Kreider RB, Effects of protein and amino-acid supplementation on athletic performance, 1999

Lacroix M., Bos C., Léonil J., Airinei G., Luengo C., Daré S., Benamouzig R., Fouillet H., Fauquant J., Tomé D., Gaudichon C. (2006). Compared with casein or total milk protein, digestion of milk soluble proteins is too rapid to sustain the anabolic postprandial amino acid requirement. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2006;84,1070–1079.

Lee J.K.W., Maughan R.J., Shirreffs S.M., Watson P. (2008). Effects of milk ingestion on prolonged exercise capacity in young, healthy men. *Nutrition*. 2008;24(4):340-7. doi: 10.1016/j.nut.2008.01.001.

Lemon, P.W.R. 2000. Effects of exercise on protein metabolism. In *Nutrition in Sport*, 133-152, Oxford, UK, Blackwell Science

Lun W.R., Pasiakos S.M., Colletto M.R., Karfonta K.E., Carbone J.W., Anderson J.M., Rodriguez N.R. (2012). Chocolate milk and endurance exercise recovery: protein balance, glycogen and performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012;44(4):682-91. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182364162.

Moore D.R., Robinson M.J., Fry J.L., Tang J.E., Glover E.I., Wilkinson S.B., Prior T., Tarnopolsky M.A., Phillips S.M. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2009;89:161-168.

Pennings B., Boirie Y., Senden J.M.G., Gijsen A.P., Kuipers H., Loon van, L.J.C. (2011). Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2011;93,997–1005.

Phillips SM, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Chesley A, Philips S, Schwarcz H. Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. *J Appl Physiol* 1993;72:1986-1995

Phillips S.M. (2012). Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *British Journal of Nutrition*. 2012;108:S158-S167. doi:10.1017/S0007114512002516.

Practical Sports Nutrition, Louise Burke, 2007, Human Kinetics, Australia

Pritchett K., Pritchett R. (2012). Chocolate milk: a post-exercise recovery beverage for endurance sports. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012;59:127-34. doi: 10.1159/000341954. Epub 2012 Oct 15.

Protein and amino acid requirements in human nutrition, WHO Technical Report Series 935, World Health Organization, 2007

PROTEIN DEBATE : Which protein is best? <http://www.hammernutrition.com/knowledge/protein-debate-which-protein-is-best.2897.html>, bekeken op 4 juni 2016

Rankin P., Stevenson E., Cockburn E. (2015). The effect of milk on the attenuation of exercise-induced muscle damage in males and females. *European Journal of Applied Physiology*. 2015;115(6):1245-61. doi:10.1007/s00421-015-3121-0. Epub 2015 Feb 12.

Res P.T., Groen B., Pennings B., Beelen M., Wallis G.A., Gijsen A.P., Senden J.M., van Loon L.J. (2012). Protein ingestion before sleep improves postexercise overnight recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012;44:1560-1569

- Roy B.D (2008). Milk, the new sports drink? A review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2008;5:15.
- Shirreffs S.M., Watson P., Maughan R.J. (2007). Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *British Journal of Nutrition*. 2007;98:173-180.
- Silverthorn D.U. (2010) *Human Physiology, an integrated approach*. Pearson International Edition, fifth edition 2010 (ISBN 13:978-0-321-60061-5).
- Snijders T. (2014). *Satellite cells in skeletal muscle atrophy and hypertrophy*. Maastricht University, 2014.
- Stellingwerff T., Cox G.R. (2014). Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2014,39(9):998-1011.
- Symons et al., *Moderating the portion size of a protein-rich meal improves anabolic efficiency in young and elderly*, 2009
- Tang et al., *Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men*, 2009
- Tarnopolsky MA et al., *Evaluation of protein requirements for trained strength athletes*. *J Appl Physiol* 1992;75:2134-2141
- Tarnopolsky, M. 2006. Protein and amino acid needs for training and bulking up. In *Clinical Sports Nutrition*, 3<sup>rd</sup> ed., 90-123, Sydney, Australia, McGraw-Hill
- Thomas K., Stevenson E. (2009). Improved endurance capacity following chocolate milk consumption compared with 2 commercially available sport drinks. 2009;34(1):78-82. doi: 10.1139/H08-137.
- Wall B.T., Cermak N.M., van Loon L.C.J. (2014). Dietary Protein Considerations to Support Active Aging. *Sports Medicine*. 2014;44(S2):S185-S194.
- Watson P., Love T.D., Maughan R.J, Shirreffs S.M. (2008). A comparison of the effects of milk and a carbohydrate-electrolyte drink on the restoration of fluid balance and exercise capacity in a hot, humid environment. *European Physical Journal Applied Physics*. 2008;104:633-642.
- Williams MH. *Nutrition for Health, fitness and Sport*. 7th ed., 2005, New York: McGraw-Hill