

6. Proteiini – lihaskehityksen laukaisija

Teksti Olli Ilander ja Petteri Lindblad



6.1 Proteiinien rakenne, luokittelu ja tehtävät

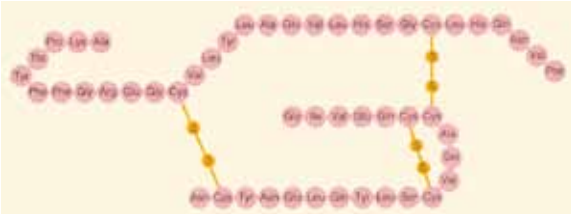
6.1.1. Ihminen rakentuu proteiineista

Elimistössä proteiinien tärkein tehtävä on muodostaa kudoksia. Lihas- ja sidekudos, iho, luusto, sisäelimet sekä veressä olevat proteiinit muodostavat ihmisen elimistön suurimmat proteiinikeskittymät. Proteiinit voivat toimia myös kuljetustehtävissä (esim. hemoglobiini, ferritiini), verenhyytymisreaktiossa (esim. fibrini, trombiini), hormoneina (esim. kasvuhormoni, insuliini), nestetasapainon säätelyssä (esim. solukalvojen elektrolyyttipumput, veren albumiini) sekä vasta-aineina (esim. immunoglobuliinit). Noin 2 000 erilaista proteiinia puolestaan toimii entsyymeinä, jotka säätelevät elimistön kaikkia kemiallisia prosesseja.

6.1.2. Proteiinit koostuvat aminohappoketjuista

Proteiinit koostuvat aminohapoista, jotka ovat liittyneet toisiinsa peptidisidoksilla. Kahden aminohapon liitosta kutsutaan dipeptidiksi, kolme aminohappoa muodostaa tripeptidin ja muutaman aminohapon pituisia peptidejä kutsutaan oligopeptideiksi. Proteiinit muodostuvat hyvin pitkistä aminohappoketjuista eli polypeptideistä, jotka voivat sisältää kymmeniä, satoja tai jopa tuhansia aminohappoja. Esimerkiksi eräs lihasproteiineista, myosiini, muodostuu yhteensä yli 4 500 aminohappoa sisältävistä polypeptidiketjuista. Pienimpiin proteiineihin lukeutuvan insuliinin kaksi ketjua puolestaan sisältää yhteensä ainoastaan 51 aminohappoa (kuva 6.1.).

Polypeptidin aminohappojärjestys määrää proteiinin laskostumisen ja kolmiulotteisen muodon. Proteiinien ominaisuudet, toiminta ja tehtävät riippuvat proteiinin muodosta. Kaikkiaan ihmisessä on kymmeniä tuhansia erilaisia proteiineja.



Kuva 6.1. Ihmisen insuliinin rakenne. Ihmisen insuliini on pienikokoinen proteiini. Se koostuu kahdesta sulfididisidoksilla yhteen liitetystä polypeptidiketjusta, joissa on yhteensä 51 aminohappoa. Kuva muokattu, Whitney & Rolfes 1996.

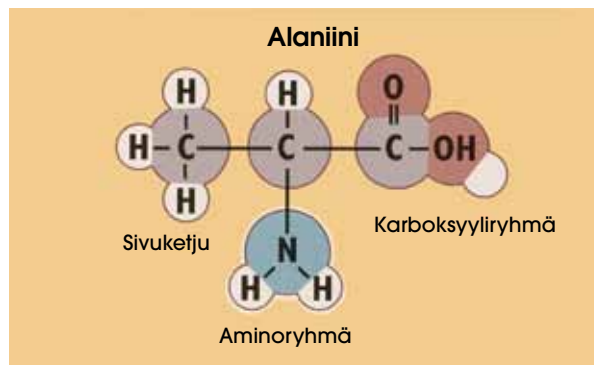
6.1.3. Aminohapot luokitellaan välttämättömiksi tai ei-välttämättömiksi

Aminohapot ovat orgaanisia happoja, jotka koostuvat typpipitoisesta aminoryhmästä, karboksyylihapporyhmästä ja sivuketjusta (kuva 6.2.). Aminohapot eroavat toisistaan ainoastaan sivuketjunsä

rakenteen perusteella, mutta eri aminohapoilla on siitä huolimatta hyvin erilaisia ominaisuuksia. Proteiineja muodostavia aminohappoja on 20 erilaista. Lisäksi on aminohappoja, joilla kudosproteiinin muodostamisen sijaan on toisenlaisia biologisia tehtäviä ihmisessä. Tällaisia aminohappoja ovat esimerkiksi tauriini, beeta-alaniini ja ornitiini.

Ihmisen proteiinien muodostamiseen tarvittavista 20 aminohaposta kahdeksan ovat välttämättömiä (kuva 6.2.). Näitä kahdeksaa ei voida valmistaa elimistössä, joten ne on saatava ravinnosta. Loppuja kahtatoista niin sanottua ei-välttämättömää aminohappoaakin tarvitaan proteiinin muodostamisessa. Ei-välttämättömiksi niitä kutsutaan siksi, että niitä voidaan elimistössä valmistaa muista lähtöaineista.

Tietyn proteiinin ravitsemuksellinen laatu riippuu siitä kuinka paljon välttämättömiä aminohappoja se sisältää (kts. luku 6.7.). Laadultaan parhaat proteiinit sisältävät riittävästi kaikkia niitä välttämättömiä aminohappoja, joita tarvitaan ihmisen proteiinien muodostamiseen.



Välttämättömät aminohapot	Ei-välttämättömät aminohapot
Isoleusiini* Leusiini* Valiini* Fenyylialaniini Lysiini Metioniini Treoniini Tryptofaani	Alaniini Arginiini Asparagiini Asparatiinihappo** Glutamiini Glutamiinihappo** Glysiini Histidiini Kysteiini Prolini Seriini Tyrosiini***
* Haaraketjuiset aminohapot (BCAA)	** Esiintyvät lähes aina ionisoituneessa muodossa eli aspartaattina ja glutamaattina. *** Ehdonalaisesti välttämätön, koska elimistö valmistaa sitä fenyylialaniinista.

Kuva 6.2. Ihmisen proteiineissa esiintyvät aminohapot ja aminohapon yleisrakenne. Aminohapot eroavat toisistaan vain sivuketjun rakenteen osalta.

6.1.4. Elimistössä vapaina olevat aminohapot muodostavat aminohappopoolin

Ravinnon proteiinit eivät imeydy kokonaisina, vaan ne pilkotaan ensiksi mahassa ja ohutsuolessa aminohapoiksi. Ravinnosta imeytyneet aminohapot muodostavat yhdessä kudospoteiinin hajoisesta peräisin olevien aminohappojen kanssa ns. aminohappopoolin. Näitä maksassa, lihaksissa ja verenkierrossa vapaana olevia aminohappoja voidaan käyttää uusien proteiinien muodostamiseen. Vapaina olevia aminohappoja voidaan käyttää myös esim. energian tuottamiseksi lihaksissa, jos hiilihydraatteja ei ole saatavilla riittävästi (kts. luku 5.9.5.). Normaalisti proteiinia käytetään energiaksi vain vähän niin levossa kuin liikunnassakin. Proteiinin energiasisältö on n. 4 kcal/g eli sama kuin hiilihydraateilla.

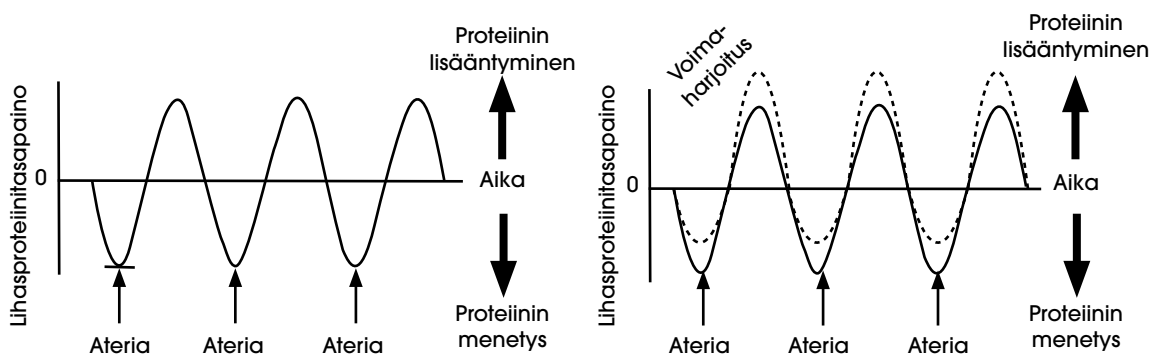
6.2. Proteiinin merkitys urheilijoille

6.2.1. Proteiinin nauttiminen stimuloi lihasproteiinin muodostusta

Lihaskudos on dynaamista, mikä tarkoittaa, että lihasproteiinia muodostuu ja hajoaa jatkuvasti. Ruuan sisältämästä proteiinista saatavat aminohapot vaikuttavat itsenäisesti lihaskehitykseen toimi-

malla lihasproteiinin rakennusaineena. Rakennusaineena toimimisen lisäksi aminohapoilla on tärkeä tehtävä lihasproteiinin muodostusta stimuloivana eli anabolisena säätelytekijänä. Veren aminohappopitoisuuden (erityisesti leusiinipitoisuuden) nousu aterian jälkeen toimii laukaisevana tekijänä lihasproteiininmuodostukselle (Churchward-Venne ym. 2012). Proteiinia sisältävän aterian jälkeen lihasproteiinin muodostuminen kiihtyy ja lihasproteiinitasapainosta muodostuu positiivinen. Tällä tarkoitetaan sitä, että uutta lihasproteiinia syntyy enemmän kuin jo olemassa olevaa lihasproteiinia hajoaa (kuva 6.3.). Ruuan nauttimisen anabolinen vaikutus kuitenkin hiipuu veren aminohappopitoisuuden uudelleen pienentyessä ja lihasproteiinitasapaino kääntyy uudelleen negatiiviseksi (kuva 6.3.).

Positiivisen lihasproteiinitasapainon saavuttaminen ja sen ylläpitäminen edistää harjoittelussa syntyneiden lihasvaurioiden korjaantumista ja uusien proteiinerakenteiden muodostumista. Tämä johtaa keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä lihasten adaptoitumiseen, eli lihakset sopeutuvat rasitukseen ja fyysiset ominaisuudet kehittyvät superkompensaatioperiaatteen mukaisesti.

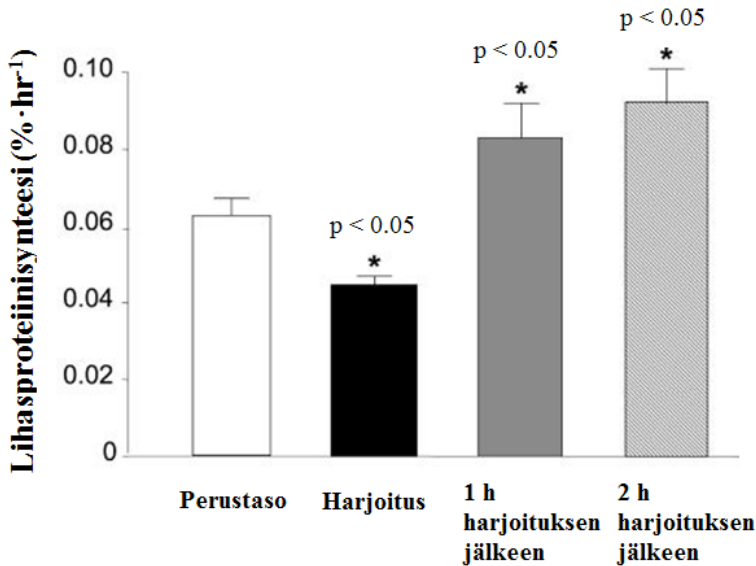


Kuva 6.3. Vasemmalla: Proteiinia sisältävän aterian jälkeen lihasproteiinin muodostuminen kiihtyy, kun aminohappojen tarjonta lihassoluille kasvaa. Oikealla: Myös voimaharjoittelu kiihdyttää itsenäisesti lihasproteiinin muodostumista. Kun voimaharjoittelu yhdistetään ravinnon saantiin, vähenee lihasproteiinin hajoaminen aterioiden välissä ja lihasproteiinin muodostuu aterioiden jälkeen enemmän kuin ilman harjoittelua (kuva muokattu Phillips 2010).

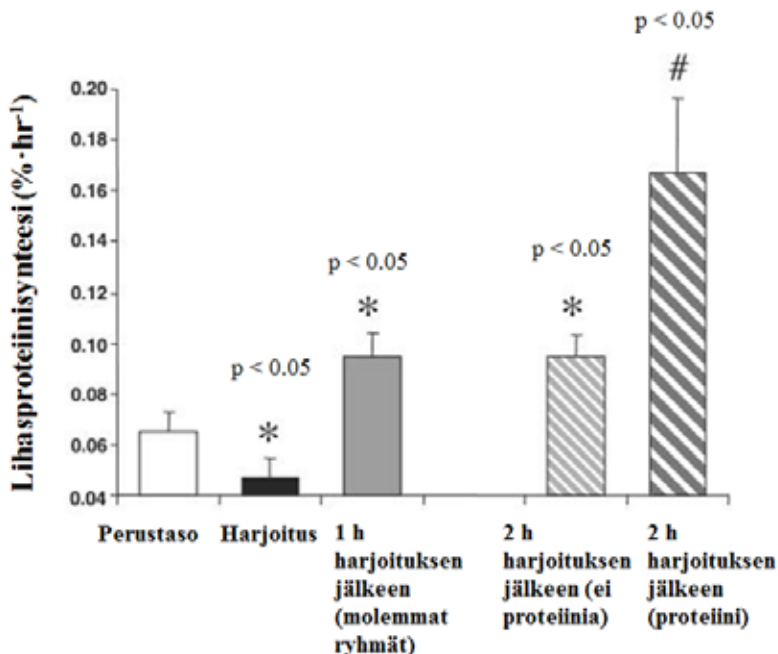
6.2.2. Harjoittelu yhdistettynä riittävään proteiinin saantiin johtaa lihaskehitykseen

Kova voimaharjoittelu stimuloi lihasproteiinin muodostusta ja uusien supistuvien proteiinirakenteiden syntymistä lihassoluissa (kuva 6.4.) (Dreyer ym. 2006, Churchward-Venne ym. 2012). Harjoittelu lisää kuitenkin myös lihasproteiinin hajoamista, joten lihasproteiinitasapaino pysyy

negatiivisena vielä harjoituksen jälkeenkin, eikä harjoitteluadaptaatiota lihassmassan kasvun muodossa pääse tapahtumaan (Biolo ym. 1995). Kun harjoittelu yhdistetään ravinnon saantiin, vähenee lihasproteiinin hajoaminen ja lihasproteiinin muodostuminen vastaavasti lisääntyy (kuvat 6.3. ja 6.5.). Lopputuloksena on positiivinen lihasproteiinitasapaino: lihassmassa kasvaa ja voimaominaisuudet kehittyvät.



Kuva 6.4. Lihasten proteiinisynteesi kasvaa voimaharjoituksen jälkeen (kuva muokattu Dreyer ym. 2006).



Kuva 6.5. Lihasten proteiinisynteesi voimaharjoituksen jälkeen tilanteessa, jossa proteiinia joko on tai ei ole nautittu (Muokattu Dreyer ym. 2008).

Proteiinista on hyötyä myös niille urheilijoille, jotka eivät tavoittele lihasmassan kehitystä

Suuremman lihasmassan tavoittelu on monissa suurta lihasvoimaa ja nopeutta vaativissa lajeissa urheilijoille olennainen tavoite. Suurempi lihasmassa on yhteydessä suurempaan voimaan (Brechue & Abe 2002) ja usein – muttei tietenkään aina – parempiin urheilutuloksiin.

Positiivisen lihasproteiinitasapainon tavoittelemineen on kuitenkin paikallaan myös esim. kestävyys- ja hyppylajeissa, joissa suuresta lihasmassasta on enemmän haittaa kuin hyötyä. Säännölliset ja riittävästi proteiinia sisältävät ateriat edistävät harjoitusadaptaatiota (kehitystä) myös niillä urheilijoilla, joiden harjoittelu ei tähtää lihaskasvuun. Esim. kestävyys- tai intervalliharjoittelu stimuloi lihassoluja muodostamaan uusia oksidatiivisia entsyymejä ja mitokondrioita, jotka lihassolujen supistuvien yksiköiden (myofibrillien) tapaan rakentuvat proteiinista (Gibala 2009, Seene ym. 2011). Tämän adaptoitumisen seurauksena lihasten kyky käyttää happea energia-aineenvaihdunnassaan tehostuu ja urheilijan aerobinen suorituskyky paranee.

6.2.3. Lihaskehitys on tehokkainta energian saatavuuden ollessa korkea

Ravinnosta saatavalla kokonaisenergiämäärällä on merkittävä vaikutus lihaskehitykseen. Lihaskehityksen kannalta optimaalinen energiansaanti on arviolta 45–50 kcal/kg/vrk (Stark ym. 2012). Energian saatavuus on kuitenkin parempi mittari energiansaannin riittävyydelle, sillä se huomioi harjoittelun aiheuttaman energian lisätarpeen (kts. luku 1.2.). Kehityksen kannalta optimaalinen energian saatavuus on > 45 kcal/kg rasvaton massa/vrk.

Energiansaannin sopivuutta voidaan tarkastella myös energiatasapainon kannalta (kts. luku 1.2.). Lihaskehitys on parasta energiatasapainon ollessa positiivinen. Kulutusta hieman suurempi (noin 10 %) energiansaanti tehostaa lihaskehitystä verrattuna energiansaantiin joka vastaa kulutusta (Lambert ym. 2004). Ylimääräisen energian nauttiminen saattaa olla jopa runsasta proteiininsaantia tärkeämpi tekijä lihaskasvun kannalta (Welle ym. 1989). Mitä enemmän energiaa ruokavaliossa on, sitä tehokkaammin kasvaa lihasmassa (Forbes ym. 1986). Painonnousu on kuitenkin tehokkaampaa, jos osa ylimääräisestä energiasta tulee proteiinista (Kreider ym. 1996).

Kun energiaa saadaan kulutukseen nähden ylimäärin (positiivinen energiatasapaino), lisääntyy kuitenkin yleensä myös kehon rasvakudoksen määrä, mikä harvemmin on urheilijan tavoitteiden mukaista (Garthe ym. 2013). Kun energiansaanti on 500 – 1 000 kcal/vrk suurempaa kuin energiankulutus painoharjoittelun yhteydessä, on painonnoususta ainoastaan 30 – 50 % seurausta lihaskasvusta loppuosan ollessa rasvakudosta (Kreider ym. 2010). Rasvakudoksen kertyminen on kuitenkin

vähäisempää ja lihasmassan muodostuminen suurempaa silloin, kun positiivisen energiatasapainon vallitessa nautitaan kohtalaisesti tai runsaasti proteiinia, verrattuna siihen, että nautitaan proteiinia vain vähän (Bray ym. 2012, Churchward-Venne ym. 2013, Antonio ym. 2014).

Lihaksia on mahdollista kasvattaa ja voimaominaisuuksia kehittää tehokkaasti myös niin, että vallitsee energiatasapaino. Kun syö oman kulutuksensa verran energiaa, ei lihomisen vaaraa ole. Tämä on usein suositeltavin strategia kilpaurheilijoille, joilla ei ole varaa lihoa tai jotka eivät halua ryhtyä pudottamaan rasvaprosenttiaan kilpailukauteen valmistavalla kaudella. Kannattaa kuitenkin muistaa, että lepoenergiankulutuksella on taipumus sopeutua syödyn energiamäärän mukaan (ns. adaptiivinen termogeneesi, kts. luku 1.4.5.). Energiatasapaino voi siis säilyä vaikka söisi joko enemmän tai vähemmän. Urheilijan kannattaa pyrkiä löytämään se energiansaantitaso, jolla lepoenergiankulutus on suurimmillaan. Näin voidaan syödä mahdollisimman paljon kehitystä ja terveyttä edistävää ravintoa ilman että kertyy rasvakudosta.

6.2.4. Niukka energiansaanti suurentaa proteiinintarvetta

Kulutusta pienempi energiansaanti huonontaa typpitasapainoa, kun taas suurempi energiansaanti parantaa typpitasapainoa vaikka proteiininsaanti pysyy muuttumattomana (Calloway ym. 1954, kuva 6.6.). Tämä tarkoittaa sitä, että energiansaannin pienentyessä on proteiininsaannin vastaavasti suurennuttava, jotta lihasmassa säilyisi.

6.7. Proteiinin lähteet ja laatu

6.7.1. Proteiinin ravitsemuksellinen laatu riippuu aminohappokoostumuksesta

Proteiinin ravitsemuksellinen laatu voidaan määrittää sen sisältämien välttämättömien aminohappojen pitoisuuden mukaan. Proteiinin laadun luokittelamiseen on käytetty jo yli 20 v. ajan ensisijaisesti PDCAAS -luokittelua (Protein-Digestibility-Corrected Amino Acid Score) (Sarwar & McDonough 1990). Luokittelu vertaa proteiinin välttämättömien aminohappojen koostumusta sellaisen kuvitteellisen referenssiproteiinin koostumukseen, joka täyttää ihmisen välttämättömien aminohappojen tarpeen. Menetelmä ottaa huomioon proteiinin aminohappokoostumuksen lisäksi proteiinin imeytymistehokkuuden.

Referenssiproteiinille on annettu pisteluku 100. Jos proteiinissa on jotain tai joitain aminohappoja vähemmän kuin referenssiproteiinissa, on sen PDCAAS -arvo alle 100 ja sitä kutsutaan ”epätäydelliseksi”. Proteiinissa niukasti esiintyviä aminohappoja puolestaan kutsutaan rajoittaviksi aminohapoiksi. Myös tällaiset laadultaan heikommät proteiinit ovat ihmiselle hyödyllisiä, koska käytännössä ruokavaliossa yhdistellään eri proteiininlähteitä, jotka täydentävät toistensa puutteellista aminohappokoostumusta (kts. luku 3.3.9. ja 6.7.8.).

Heraproteiini, maitoproteiini (kaseiini) ja kananmunan proteiini ovat täydellisiä. Ne sisältävät jopa enemmän välttämättömiä aminohappoja kuin referenssiproteiini. Niiden pisteluku, joka todellisuudessa on yli 100 (maito 121, kananmuna 118) pyöristetään kuitenkin alaspäin lukemaan 100 (Schaafsma 2000). Myös soijaproteiini-isolaatti lukeutuu täydellisiin proteiineihin (taulukko 6.2.). Todellisuudessa em. proteiininlähteet eivät kuitenkaan ole yhden veroisia urheilijan näkökulmasta. Niiden aminohappopitoisuus ja imeytymisnopeus eivät ole identtisiä ja siksi niiden vaikutukset esimerkiksi lihasproteiinin muodostukseen eroavat huomattavasti toisistaan. Luokittelumenetelmää onkin mm. tästä syystä kritisoitu ja sen käytännön merkitys kyseenalaistettu (Schaafsma 2012). Toinen PDCAAS -luokitteluun liittyvä heikkous on se, ettei se riittävästi huomioi ruoka-aineen mahdollisesti sisältämiä yhdisteitä, jotka voivat heikentää proteiinin imeytymistä (ns. antiravinteita) (Gilani ym. 2005). Menetelmä ei myöskään huomioi funk-

tionaalisia proteiineja tai bioaktiivisia peptidejä, jotka puolestaan parantavat ruuan ravitsemuksellista arvoa (Gilani ym. 2008).

Taulukko 6.2. Eri proteiininlähteiden PDCAAS -pisteluvuot. Lukemia on havainnollistettu pyöristämällä lähimpään tasalukuun. Lähteitä ovat mm. Schaafsma 2000, Suárez López ym. 2006, House ym. 2010 ja Hughes ym. 2011.

Heraproteiini	100
Kaseiini (maitoproteiini)	100
Kananmuna	100
Soijaproteiini-isolaatti	100
Liha ka.	90
Soijapapu	90
Kikherne	80
Pavut, herneet, linssit ka.	70
Viljat ka.	60
Kuoreton hampunsiemen	60
Pähkinät ja siemenet ka.	50
Vehnä	40

6.7.2. Maidossa on monipuolinen proteiinikoostumus

Maidossa on useita erilaisia proteiineja. Suurin osa (n. 80 %) maitoproteiinista on kaseiinia ja loput n. 20 % on heraproteiinia (Cerbulis ym. 1975). Kun maidon kaseiini saostetaan esimerkiksi juustonvalmistuksessa (vrt. esim. raejuusto), jäljelle jää kirkas proteiinipitoinen neste, jota kutsutaan heraksi.

Välttämättömien aminohappojen pitoisuus on huippuluokkaa sekä kaseiinissa että heraproteiinissa (taulukko 6.3.). Heraproteiinissa on kuitenkin merkittävästi enemmän haaraketjuisia aminohappoja (BCAA) ja erityisesti leusiinia, joka toimii lihasproteiinin muodostusta edistävänä säätelytekijänä (Churchward-Venne ym. 2012). Lisäksi herassa on runsaasti kysteiini-aminohappoa, joka mm. tehostaa elimistön antioksidanttipuolustusta (McPherson & Hardy 2011). Maidon ravintoainekoostumuksesta kerrotaan lisää luvussa 3.4.



6.7.3. Maitovalmisteet ovat tärkeä osa päivittäistä ruokavaliota

Kaseiini siirtyy hitaasti mahasta suolistoon ja suurentaa veren aminohappopitoisuutta hitaasti. Syynä kaseiinin hitaaseen sulamiseen ruoansulatuskanavassa on se, että kaseiini denaturoituu ja paakkuuntuu mahassa mahahapon vaikutuksesta (Soop ym. 2012). Heraproteiini puolestaan on vesiliukoinen proteiini, joka pilkkoutuu tehokkaasti ruoansulatuskanavassa. Nopeaa pilkkoutumista seuraa tehokas imeytyminen ja veren aminohappopitoisuus nousee heraproteiinin nauttimisen jälkeen nopeasti korkeaksi. Maitovalmisteen tai kaseiinin nauttimisen jälkeen veren aminohappopitoisuus nousee hitaammin, mutta toisaalta aminohappopitoisuus pysyy paljon pidempään normaalia suurempana (Boirie ym. 1997, Lacroix ym. 2006).

Nopeavaikutteinen heraproteiini stimuloi lihasproteiininmuodostusta tehokkaimmin heti harjoittelun jälkeen, mutta pitkävaikutteisuuksiensa ansi-

osta maitovalmisteiden/kaseiinin vaikutus lihasproteiinitasapainoon ja lihaskehitykseen vaikuttaisi kuitenkin pidemmällä aikavälillä olevan jopa parempi kuin heraproteiinin (Dideriksen ym. 2013, Soop ym. 2012). Urheilijoiden kannattaakin käyttää heraproteiinia harjoittelun yhteydessä (kts. seuraava luku) ja lisäksi maitovalmisteita pitkin päivää tukemaan palautumista ja kehitystä sekä parantamaan kehon koostumustaan. Maitovalmisteiden käytön on mm. osoitettu johtavan parempaan kehon koostumukseen naispuolisilla urheilijoilla (Josse & Phillips 2012).

Maitovalmisteen (esim. maitokaakaon) nauttiminen harjoittelun jälkeen auttaa lihaksia adaptoitumaan tehokkaasti myös kestävyysurjoitteluun, mikä tehostaa aerobisen suorituskyvyn kehitystä ja parantaa kehon koostumusta (Ferguson-Stegall ym. 2011).



6.7.4. Nopeasti imeytyvä heraproteiini on paras valinta heti harjoittelun jälkeen

Tutkimukset ovat osoittaneet, että heraproteiini-lisän käyttö joko voimaharjoittelun yhteydessä tai painonpudotuksen/-hallinnan tukena parantaa kehon koostumusta (Miller ym. 2014). Heti harjoittelun jälkeen nautitun heraproteiinin tuottama nopea mutta lyhytkestoinen nousu veren aminohappopitoisuudessa stimuloi lihasproteiinitasapainoa paremmin kuin kaseiinin tai maidon tuottama hitaampi, mutta pitkäkestoisempi aminohappopitoisuuden nousu (West ym. 2011, Burd ym. 2012). Seuraavan aterian olisi hyvä olla jo noin tunnin kuluttua palautumisjuoman nauttimisesta, joten heti harjoituksen jälkeen nautittavan proteiinin ei tarvitse toimia pitkäkestoisesti.

Jos ravinnonsaanti harjoittelun jälkeen on epävarmaa, tai jos tietää, että ruokaa saa seuraavan kerran vasta useamman tunnin kuluttua harjoittelusta, kannattaa palautumisjuomaan sekoittaa sekä nopeita että hitaita proteiineja. Nopean alkuvaihtuksen ja lisäksi pitkäkestoisen ylläpitovaihtuksen lihasproteiinin muodostukseen voi saavuttaa esim. nauttimalla sekoitusta, jossa on hera-

proteiinia, pitkävaikutteista kaseiinia tai maitoa ja lisäksi vielä soijaproteiini-isolaattia (Reidy ym. 2013). Kaseiini tai maito ei hidasta heraproteiinin imeytymistä eikä se heikennä heraproteiinin vaikutusta lihasproteiinin muodostukseen. Sitä vastoin se parantaa lihasproteiinin muodostusta pitkällä aikavälillä verrattuna pelkkään heraproteiinin nauttimiseen (Soop ym. 2012).

6.7.5. Heraproteiinin korkea leusiinipitoisuus stimuloi lihasproteiinituotantoa tehokkaasti

Harjoittelun jälkeen nautittuna soijaproteiini nostaa veren aminohappopitoisuutta melkein yhtä nopeasti kuin hera. Tästä huolimatta soija ei edistä lihasproteiinin muodostusta edes niin hyvin kuin maito, herasta puhumattakaan (Wilkinson ym. 2007, Tang ym. 2009). Soijaproteiini ei myöskään johda pitkällä aikavälillä yhtä hyvään lihaskehitykseen (Hartman ym. 2007). Syynä on todennäköisesti se, että soija sisältää vähemmän leusiinia verrattuna maitoon ja erityisesti verrattuna heraproteiiniin (taulukko 6.3.). Leusiini toimii lihasproteiinituotannon säätelijänä, ja korkea veren leus-

iinipitoisuus stimuloi tehokkaasti lihasproteiinin muodostusta harjoittelun jälkeen (Churchward-Venne ym. 2012). Mikäli nautitaan riittävästi heraproteiinia harjoituksen jälkeen, ei erillisestä leusiinilisästä ole lisähyötyä (van Loon & Gibala 2012).

Heraproteiini näyttäisi stimuloivan testosteronituotantoa paremmin kuin soijaproteiini (Kraemer

ym. 2013). Lisäksi hera vähentää kortisolituotantoa verrattuna soijaproteiiniin. Heraproteiini nostaa myös veren insuliinitasoa muita proteiineja tehokkaammin. Tällä seikalla on merkitystä erityisesti silloin, jos palautumisjuomassa ei ole hiilihydraatteja tai niitä on siinä vain vähän (Dideriksen ym. 2011, Reitelseder ym. 2011).

Taulukko 6.3. Proteiinivalmisteiden välttämättömien aminohappojen pitoisuudet / 100 g (muokattu Hulmi ym. 2010).

Välttämätön aminohappo	Heraproteiini-isolaatti (g)	Heraproteiini-hydrolysaatti (g)	Kaseiini (g)	Soijaproteiini-isolaatti (g)
Isoleusiini	6,1	5,5	4,7	4,9
Leusiini	12,2	14,2	8,9	8,2
Lysiini	10,2	10,2	7,6	6,3
Metioniini	3,3	2,4	3	1,3
Fenyylialaniini	3	3,8	5,1	5,2
Treoniini	6,8	5,5	4,4	3,8
Tryptofaani	1,8	2,3	1,2	1,3
Valliini	5,9	5,9	5,9	5
BCAA yhteensä	24,2	25,6	19,5	18,1
EAA yhteensä	49,2	49,8	40,7	36

6.7.6. Eri heraproteiininlaatuojen välisillä eroilla on käytännössä luultavasti vain vähän merkitystä

Nestemäinen maitohera voidaan kuivata ja tiivistää jauhemuotoiseksi heraproteiinikonsentraatiksi ilman että proteiinin laatu kärsii. Konsentraatista voidaan vielä poistaa rasvaa ja laktoosia, jolloin saadaan lähes puhdasta heraproteiini-isolaattia.

Heraproteiini-isolaatin väitetään usein olevan parempaa kuin hinnaltaan edullisempi herakonsentraatti sillä perusteella, että konsentraatti sisältää enemmän rasvaa. Rasvasta saattaa kuitenkin olla jopa hyötyä, sillä se edistää aminohappojen hyväksikäyttöä ja proteiinisynteesiä (Fouillet ym. 2001, Elliot ym. 2006). Ainoa peruste isolaatin valitsemiselle on sen hieman suurempi leusiinin ja muiden aminohappojen pitoisuus verrattuna konsentraattiin. Erot leusiinin määrässä ovat kuitenkin hyvin pieniä (n. 0,5 g/annos), joten konsentraatissa hinta-laatusuhde on selvästi parempi kuin puolet kalliimmassa isolaatissa.



6.7.7. Heraproteiinihydrolysaatti on teoriassa tehokkain palautumisen edistäjä

Heraproteiini-isolaattia voidaan jalostaa edelleen hydrolysoimalla. Hydrolysoinnilla tarkoitetaan proteiinien pilkkomista entsyymien avulla. Heraproteiinihydrolysaatissa leusiinipitoisuus on usein suurempi kuin pilkkomattomassa heraproteiinissa (taulukko 6.3.), mikä ainakin teoriassa tekee siitä kokonaista heraproteiinia hieman tehokkaamman palautumisen edistäjän. Hydrolysaatti saattaa myös käytännössä edistää voimaharjoituksesta palautumista tehokkaammin kuin kokonainen heraproteiini (Buckley ym. 2010), mutta tutkimuksia tarvittaisiin lisää, jotta asian laita varmistuisi. Heraproteiinihydrolysaatin ja kokonaisen heraproteiinin tehokkuuden vertailua vaikeuttaa se, että hydrolyysin aste vaihtelee voimakkaasti (Hulmi ym. 2010).

Hydrolysaatin erityishyöty harjoittelun jälkeisessä palautumisessa saattaa perustua osittain sen parempaan sulamiseen ja tehokkaampaan imeytymiseen. Kova harjoittelu voi vaurioittaa ohutsuolen limakalvoa, mikä heikentää kokonaisten proteiinien sulamista ja hidastaa niiden imeytymistä (van Wijck ym. 2013). Lisäksi esipilkottu heraproteiini nostaa veren insuliinitasoa enemmän kuin kokonainen heraproteiini (van Loon ym. 2000, Power 2009). Tämä kaikki on kuitenkin ainoastaan spekulaatiota – jos hydrolyysin astetta ei mainita tuotteessa, ei proteiinin laadusta ja toimivuudesta ole mahdollista tehdä johtopäätöksiä.

6.7.8. Eläinproteiineilla voidaan täydentää kasviproteiinien puutteellista laatua

Kasviperäiset proteiinit ovat yleensä epätäydellisiä, eli laadultaan eläinperäisiä proteiineja heikompia, koska kasviperäisissä proteiineissa on niukemmin välttämättömiä aminohappoja (taulukko 6.3.). Kasviperäisten proteiininlähteiden (täysjyväviljan, palkokasvisten, siementen ja pähkinöiden) suurin hyöty kuntoilijoille ja urheilijoille piilee hiilihydraateissa, rasvoissa, fytokeemikaaleissa ja kuiduissa.

Myös kasviperäinen proteiini on hyödyllistä urheilijoille, erityisesti silloin, kun sitä nautitaan yhdessä eläinproteiinin kanssa tai silloin, kun eri kasviproteiininlähteitä yhdistellään aterioidella sopivasti keskenään (Hoffman & Falvo 2004). Esimerkiksi maitovalmisteiden ja kananmunien sisältämät proteiinit sisältävät jopa ylimäärin välttämättömiä aminohappoja verrattuna referenssiproteiiniin (PDCAAS -pisteet > 100), joten ylimääräiset aminohapot voidaan käyttää täydentämään kasviproteiinien aminohappopuutteita. Esimerkiksi eläinproteiinien korkeaa lysiinipitoisuutta voidaan käyttää kompensoimaan viljan matalaa lysiinipitoisuutta. Tarvitaan 1 g lihaproteiinia, 1,6 g maitoproteiinia, 2,6 g munaproteiinia tai 6,2 g soijaproteiinia jotta 1 g vehnäproteiinia saataisiin hyödynnettyä kokonaisuudessaan (Schaafsma 2000).

Gluteenin ruokavalio on kasvattanut suosiotaan urheilijoiden keskuudessa

Gluteeni on yhteisnimitys prolamiini- ja gluteliiniproteiineille, joita esiintyy vehnässä, ohrassa ja rukissa. Gluteenin ruokavalio on kasvattanut suosiotaan viime vuosina niin valtaväestössä kuin urheilijoiden keskuudessa. Gluteenittoman ruokavalion kannatus keliakiaa sairastamattomilla, on lisääntynyt siitä huolimatta, että näyttöä gluteenin välttämisen terveydellisestä hyödystä tai hyödystä urheilijoiden kehitykselle ja suorituskyvylle ei ole.

Huippu- ja kuntourheilijoilla tehdystä Australialaisesta kyselytutkimuksessa selvisi, että vastanneista urheilijoista (n = 910) peräti 41 %, joukossa mm. 18 MM- ja/tai olympiamitalistia, noudatti gluteenitonta ruokavaliota 50–100 % ajasta (Lis ym. 2014). Näistä 70 % oli kestävyysurheilijoita. Gluteenitonta ruokavaliota noudattavista urheilijoista 57 % oli tehnyt gluteeniliherkkyydiagnoosin itse. Tietoa gluteenittomuudesta oli hankittu pääasiassa internetistä, valmentajalta ja muilta urheilijoilta. On arvioitu, että 5–10 % väestöstä voisi hyötyä gluteenittomasta ruokavaliosta (Lis ym. 2014). Tutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että suuri osa urheilijoista noudattaa gluteenitonta ruokavaliota turhaan ilman lääketieteellistä perustetta siinä uskossa, että se parantaa suoritusta ja tuo terveydellistä etua. Gluteenittomasta ruokavaliosta kerrotaan lisää tietolaatikossa luvussa 3.2.

6.8. Proteiini-ruokien valitseminen ja ruokavalion koostaminen käytännössä

6.8.1. Riittävä määrä proteiinia saadaan helposti tavanomaisesta ruokavaliosta

Vaikka urheilijoilla on huomattavasti suurempi proteiinintarve verrattuna vähemmän liikkuviin, on urheilijoidenkin helppo ylittää riittävään proteiiniinsaantiin. Selitys on yksinkertaisesti se, että urheilijat syövät enemmän kuin muut ja saavat siten myös enemmän proteiinia. Useimmat urheilijat saavatkin ruokavaliostaan riittävästi proteiinia – monet jopa enemmän kuin tarpeeksi.

Suosittelavan proteiiniinsaannin saavuttaminen ei edellytä erityistä proteiinidieettiä eikä proteiinilisiääkään välttämättä tarvita. Kilpaurheilijoiden ja kovaa harjoittelevien kuntoilijoiden kannattaa kuitenkin käyttää heraproteiinilisää päivittäisen harjoittelun yhteydessä heraproteiinin palautumista ja kehitystä edistävien erityisominaisuuksien hyödyntämiseksi.

Maitopohjaisia proteiinijuomia (esim. ProFeel, Gainomax, Maxim Recovery yms.) voi halutessaan käyttää kohtuudella osana järkevästi koostettua ja terveellistä ruokavaliota. Tällaiset juomat ovat ravintoainesisällöltään verrattavissa tavalliseen ruokaan, esim. sokerilla makeutettuun maitorahkaan. Juomien erityisenä etuna on hyvä säilyvyys ja käytön helppous.

Myös proteiinipatukat sisältävät yleensä pääasiassa laadukasta maitoproteiinia ja lisäksi sokeria. Koska patukat kokonaisuutena eivät yleensä ole kovin terveellisiä (niissä on mm. huonolaatuista rasvaa ja ne ovat pitkälle prosessoituja) ja koska kaseiinia voi saada helposti tavallisista maitovalmisteista, ei patukoita voi pitää erityisen tarpeellisina urheilijan ruokavaliossa. Patukat ovat kuitenkin kätevä ratkaisu silloin, kun muuta laadukkaampaa ruokaa ei ole helposti saatavilla. Urheilijoiden tulisi kuitenkin ruokavaliosuunnittelulla pyrkiä siihen, että laadukasta ruokaa on aina saatavilla, jolloin patukoita tarvitsisi käyttää vain satunnaisesti.

6.8.2. Proteiini-lähteitä on hyvä syödä monipuolisesti

Käytännössä urheilijoiden tulisi nauttia sopiva määrä laadukasta proteiinia sisältävää ruokaa jokaisen aterian yhteydessä (taulukko 6.4.). Proteiini-ruuat eivät kuitenkaan saa syrjäyttää hiilihydraattiruokia, sillä riittävä hiilihydraattinsaanti on erittäin tärkeää useimmissa urheilulajeissa.

Urheilijat voivat koostaa toimivan, tehokkaan, tasapainoisen ja terveellisen ruokavalion monella eri tavalla. Urheilijan harjoittelua, kehitystä, kehon koostumusta ja terveyttä tukee hyvin esimerkiksi sellainen ruokavalio, joka hiilihydraattiruokien, kasvien, hedelmien, marjojen ja rasvojen lisäksi sisältää proteiini-ruokia seuraavasti:

- päivittäin riittävästi maitotuotteita ja täysjyväviljavalmisteita
- päivittäin pieni tai kohtalainen määrä pähkinöitä ja siemeniä
- useita kertoja viikossa kalaa ja äyriäisiä
- useita kertoja viikossa punaista lihaa, broileria ja kananmunia
- useita kertoja viikossa palkokasveja
- heraproteiini-valmistetta säännöllisesti (raskaan) harjoittelun yhteydessä



Taulukko 6.4. Alla olevista esimerkkiannoksista saadaan n. 10 g proteiinia/annos. Urheilijan tulisi jokaisella aterialla (ml. välipalat) syödä niin monta annosta, että hän saavuttaa proteiinin ateriakohtaisen tavoitesaannin eli n. 0,2–0,4 g/kg (käytännössä 1–4 annosta eli 10–40 g riippuen urheilijan painosta). Kasvikunnan tuotteiden proteiini on laadultaan eläinproteiineja heikompaa, joten aterialla kannattaa yhdistellä kasvi- ja eläinperäisiä proteiininlähteitä ateriakokonaisuuden laadun parantamiseksi (kts. luvut 3.3.9. ja 6.7.8.). Proteiinirookien lisäksi tulee luonnollisesti valita aterioille myös hiilihydraattiruokia, kasviksia ja rasvoja.

Maitovalmisteet	
Rahka, maustamaton	100 g (n. 0,5 prk)
Rahkarae	100 g (n. 0,5 prk)
Jogurtti	3 dl
Jogurttirahka, proteiinijogurtti	1,5 dl
Maito tai maitokaakao	3 dl
Plus-maito tai -kaakao	2 dl
Raejuusto	60 g (n. 0,75 dl)
Juusto	40 g (n. 4 siivua)
Muut eläinperäiset proteiinirookat	
Tonnikalasäilyke	50 g (n. ¼ prk)
Kala, liha, broileri	50 g
Katkaravut	70 g (1,5 dl)
Kananmuna	1 ½ kpl
Kananmunan valkuainen	3 kpl
Pähkinät, siemenet	
Mantelit, pähkinät	50 g (pari kourallista)
Maapähkinävoi, "naturel"	40 g (2,5 rkl)
Siemenet	40 g (4 rkl)
Hampunsiemenjauhe	20 g (2 rkl)
Palkokasvikset ja kasvikset	
Pavut, kikherneet, kypsä	100 g (1 dl)
Hummus	150 g
Tofu	60 g
Tofu, pehmeä	200 g
Soijajuoma	3 dl
Linssit, kypsä	150 g (1,5 dl)
Herneet, kypsä	200 g (2 dl)
Kasvikset, ka.	500 g
Viljat	
Täysjyväpasta tai -riisi, kypsä	5 dl
Täysjyväruispalat	2 kpl (neljä puoliskoa)
Kaurahiutale	80 g (2 dl)
Mysli	100 g (1,5 dl)
Kaurapuuro	6 dl
Yosa Sport	1 prk
Erityisvalmisteet	
Heraproteiinijauhe	2 rkl
Proteiinipatukka	35 g (1 pieni patukka)
Proteiinipatukka, "vähähiilihydraattinen"	20 g (1/3 iso patukka)
Proteiinijuoma (ProFeel, Gainomax, Maxim yms.)	0,5 prk