

Aminohapot ja proteiinit



Proteiinit ovat aminohappoketjusta muodostuvia ihmiselle välttämättömiä yhdisteitä tai useammasta aminohappoketjusta muodostuvia komplekseja. Lähes kaikilla tunnetuilla eliöillä proteiineja muodostavat samat 20 aminohappoa. Ne ovat jokaisen elävän solun toiminnan perustana ja niitä tarvitaan mm. kudosten uusiutumiseen sekä elimistön toimintaa säätelevien entsyymien ja hormonien raaka-aineeksi.

Aminohapot ja proteiinit

Proteiinit toimivat elimistön entsyymeissä, kudosten rakenteissa, hormoneissa ja vasta-aineissa ja niitä tarvitaan lihasmassan ylläpitämiseen. Solukalvoissa sijaitsevat proteiinit toimivat kanavina ja pumppuina, joiden avulla kontrolloidaan pienten molekyylien kulkua solusta ulos ja

sisään soluun, sekä reseptoreina, jotka välittävät viestejä solun ulkopuolelta solun sisälle.

Proteiineja käytetään ensisijaisesti suojaravinteiksi ja vasta toissijaisesti energiantuotantoon. Grammasta proteiineja saadaan 4 kcal (17kJ) energiaa.

Proteiinit muodostavat suurimman osan kehon rakenteista: veren, entsyymit, hormonit, aivojen välittäjäaineet ja lihakset. Niitä on useimpien solujen kuivamassasta yli 50 % ja ne vastaavat lähes kaikkien solutoimintojen suorittamisesta. Elimistö tarvitsee proteiineja myös typpi-, neste-, happo-, emäs- sekä kalium- ja natrium-tasapainon ylläpitämiseen.

Proteiinit mahdollistavat solujen liikkumisen, yhteenliittämisen, signaalivälityksen ja immuunipuolustuksen sekä säätelevät geenejä eli toimivat transkriptiotekijöinä. Jotkin proteiinit toimivat myös entsyymeinä.

Proteiinien saanti – Välttämättömät aminohapot

Aminohapoista yhdeksän on välttämättömiä eli niitä pitää saada ravinnosta. Loput yksitoista tarvittavaa aminohappoa elimistö osaa muodostaa hiiltä ja tyypeä sisältävistä yhdisteistä tai välttämättömistä aminohapoista.

Elimistölle välttämättömiä aminohappoja (histidiini, isoleusiini, leusiini, lysiini, metioniini, fenyyialaniini, treoniini, tryptofaani ja valiini) saadaan riittävästi eläinperäisestä ruoasta ja monipuolisesta kasvisruoasta.

Isoleusiini:

Isoleusiini on tärkeä hemoglobiinin ja proteiinien synteetille, typpijäämien detoksifikaatiolle, haavojen paranemiselle ja immuunijärjestelmän toiminnalle. Isoleusiini vaikuttaa elimistön energian tuotantoon, koska se on a) glukogeeninen aminohappo, joka voidaan elimistössä muuttaa glukoosiksi ja b) se on ketogeeninen aminohappo, joka voidaan

muuttaa ketoneiksi. Isoleusiinia saa runsaasti eläinperäisestä ravinnosta sekä palkokasveista, siemenistä ja eräistä hiivoista. Isoleusiinin puutos altistaa silmien ongelmille, ihottumille ja suoliston nukan heikkenemisen aiheuttaman imeytymishäiriön seurauksena ripulille. Isoleusiinia käytetään joskus lihasmassan kasvattamiseen ja fyysisten suoritusten parantamiseen; tällaisesta vaikutuksesta ei ole kiistatonta näyttöä.

Histidiini:

Histidiini on välttämätön aminohappo, jota elimistö käyttää proteiinien valmistuksessa. Histidiini on hermojen välittäjäaine histamiinin esiaste sekä yhdessä beeta-alaniinin kanssa karnosiinin esiaste. Histidiini vaikuttaa elimistön energian tuotantoon, koska se on glukogeeninen aminohappo, joka voidaan muuttaa glukoosiksi glukoneogeneesissä. Histidiiniä on runsaasti eläinperäisessä ravinnossa sekä palkokasveissa. Histidiiniä käytetään mm. allergioiden hoidossa, lihasvoiman kasvattajana ja fyysisen suorituksen parantajana; näyttö tällaisista ominaisuuksista on puutteellista.

Leusiini:

Leusiinia tarvitaan proteiinien, hormonien ja hemoglobiinin synteesisissä sekä veren sokeritasojen säätelyssä. Leusiini vaikuttaa kasvuun sekä erilaisten vammojen paranemiseen: luut, lihakset, haavat. Leusiini on ketogeeninen aminohappo, joka voidaan muuttaa ketoneiksi. Leusiinia on runsaasti eläinperäisessä ravinnossa sekä palkokasveissa, siemenissä, hiivassa ja spirulinassa. Leusiinin vaikutuksesta lihasmassan kasvun edellyttämään proteiinisynteesiin on olemassa jonkin verran näyttöä. (Kolmessa tutkimuksessa ja kahdessa tutkimusten systeemissä analyysissä proteiinin ja leusiinin syöminen liikuntasuorituksen jälkeen lisäsi lihaksia kasvattavaa proteiinisynteesiä miehillä.

Lysiini:

Lysiini osallistuu karnitiinin synteesiin (karnitiinia tarvitaan rasvojen muuttamisessa energiaksi) sekä ihon ja luiden tarvitseman kollageenin tuotantoon. Lysiini vaikuttaa myös kalsiumin imeytymiseen. Lysiini on ketogeeninen aminohappo, joka voidaan muuttaa ketoneiksi. Lysiinia on runsaasti eläinperäisessä ravinnossa sekä vihreissä pavuissa, herneissä, pinaatissa, linsseissä, amarantissa ja pähkinöissä. Lysiinin puutosta voi esiintyä viljapohjaisessa ruokavaliossa, johon ei sisälly eläinproteiineja tai palkokasveja. Puutoksen oireina voi olla mm. väsymys, pahoinvointi, ärtymys, kasvun hidastuminen (lapsilla), anemia ja lisääntymisongelmat. Lysiinin puutos voi johtua myös B3-vitamiinin (niasiini) puutoksesta ja tämä voi aiheuttaa pellagraa, johon liittyy ihottumaa ja ihotulehduksia, ripulia, dementiaa ja haavaumia suussa. Lysiini auttaa todennäköisesti huuliherpeksen ja rohtuneiden huulien hoidossa, migreenissä ja kalsiumin imeytymisessä. Lysiini voi ehkä ehkäistä Alzheimerin tautia, rasitusrintakipua, ahdistusta, diabetesta, osteoporoosia, reumaa sekä parantaa fyysistä suoritusta, mutta näistä vaikutuksista on vain puutteellista ja ristiriitaista tutkimusnäyttöä.

Metioniini:

Metioniini on glukogeeninen aminohappo, joka voidaan glukoneogeneesissä muuttaa glukosiksi. Metioniini on myös karnitiinin esiaste (karnitiinia osallistuu rasvojen muuttamiseen energiaksi). Metioniini osallistuu maksan rasva-aineenvaihduntaan. Metioniinia on runsaasti eläinproteiineissa sekä täysjyväviljoissa, pähkinöissä ja siemenissä. Metioniinin hyödyistä alkoholismin, allergioiden, astman, paksusuolen syövän, Parkinsonin taudin, skitsofrenian ja huumeiden vieroitusoireiden hoidossa on jonkin verran ristiriitaista tutkimusnäyttöä.

Fenyylialaniini:

Myös fenyylialaniini on glukogeeninen aminohappo, josta maksa voi tuottaa glukoneogeneesissä glukoosia. Se on myös ketogeeninen aminohappo, joka voidaan muuttaa ketoneiksi. Fenyylialaniini on tyrosiinin esiaste (tyrosiini voidaan muuttaa tyroksiiniksi eli aineenvaihduntaa ja kasvua sääteleväksi T4-kilpirauhashormoniksi). Fenyylialaniini on melaniinin, adrenaliinin, noradrenaliinin ja dopamiinin esiaste. Fenyylialaniinia on runsaasti eläinproteiineissa sekä pavuissa, linsseissä, siemenissä, pähkinöissä, spirulinassa ja hiivassa. On esitetty, että fenyylialaniini voisi auttaa mm. alkoholismiin, masennukseen, MS-taudin ja Parkinsonin taudin hoidossa, mutta tutkimusnäyttö on varsin puutteellista ja hataraa.

Tryptofaani:

Tryptofaani on välttämätön aminohappo, josta elimistö voi rakentaa proteiineja. Tryptofaani on niasiinin (B3-vitamiini) ja serotoniinin esiaste. Serotoniini vaikuttaa mielialoihin ja melatoniinin tuotantoon. Ravinnosta saatavan tryptofaanin ei ole havaittu lisäävän serotoniinin tai melatoniinin eritystä. Tryptofaani on glukogeeninen, eli siitä voidaan valmistaa glukoosia ja ketogeeninen, eli siitä voidaan valmistaa ketoneita. Tryptofaani vaikuttaa lasten kasvuun ja kehitykseen sekä aikuisilla typpitasapainoon. Tryptofaania on runsaasti eläinproteiineissa sekä mm. pinaatissa, seesamin siemenissä, auringonkukan siemenissä, parsassa, pavuissa, linsseissä, maapähkinöissä, perunoissa ja sienissä.

Tryptofaanin puutos voi aiheuttaa mielialojen vaihtelua, masennusta ja pellagraa. Tryptofaanin vaikutuksista PMDD:n (premenstrual dysphoric disorder) oireiden hoidossa on näyttöä. Tryptofaani voi myös helpottaa tupakoinnin lopettamista, mutta näyttö muista terveyshyödyistä, kuten ahdistuksen, ADHD:n, masennuksen ja unettomuuden hoidossa on vähäistä tai ristiriitaista.

Treoniini:

Treoniini on seriinin ja glysiinin esiaste (glysiini on keskushermoston rajoittava eli inhibitorinen hermovälittäjäaine erityisesti selkäytimessä; se vähentää spastisuutta ja on glutamiinihapon ko-agonisti NMDA-reseptoreiden aktivoinnissa). Treoniini on glukogeeninen, ei sitä voidaan käyttää glukoosin valmistuksessa sekä ketogeeninen eli siitä voidaan valmistaa ketoneita. Treoniinia on runsaasti eläinperäisessä ravinnossa, kuten lihassa, kalassa ja juustoissa sekä pavuissa ja linsseissä. Treoniini voi vaikuttaa spastisuutta (lihasjäykkyyttä) lieventävänä. Sen sijaan näyttö terveyshyödyistä ahdistuksen, masennuksen ja MS-taudin hoidossa on vähäistä tai ristiriitaista.

Valiini:

Valiini on stimulantti, joka ylläpitää jaksamista, lihasten toimintaa ja mielenrenteyttää. Valiini on glukogeeninen aminohappo, josta maksa voi valmistaa glukoneogeneesissä glukoosia. Valiinia saa runsaasti lihasta, kalasta ja juustosta sekä palkokasveista, siemenistä, maapähkinöistä ja spirulinasta.

Välttämättömien aminohappojen saanti

Kuitenkin käytettäessä vain tavallisia kasviksia voi lysiniin, metioniinin ja treoniinin saanti jäädä vähäiseksi. Tilanne paranee, jos ruokavalioon sisältyy riittävästi palkokasveja, pähkinöitä ja siemeniä.

Tarvittaessa elimistö voi käyttää ravinnon aminohappoja myös hiilihydraattien ja rasvahappojen valmistamiseen, mutta ei toisinpäin, eli aminohappoja ei voi valmistaa rasvoista ja hiilihydraateista.

Aminohappojen lähteenä toimivat ravinnon sisältämät proteiinit. Ruoansulatuskanavassa proteiinit pilkotaan ensin aminohapoiksi, jonka jälkeen niitä voidaan käyttää rakentamaan proteiineja kehon uusiutumiseen tai elimistön energiaksi.

Proteiineja voidaan muodostaa vasta kun kaikki tarvittavat aminohapot ovat saatavilla. Seuraavassa lyhyt katsaus proteiinisynteesiin

Proteiinien toiminta

Ravinnon proteiinit pilkotaan [ruoansulatuskanavassa](#) aminohapoiksi, jotka imeytyvät ja yhdistyvät elimistön omista proteiineista peräisin oleviin aminohappoihin. Aminohappoja siirtyä vapaan varaston ja proteiinien välillä kumpaankin suuntaan ja niistä muodostuu muita tyypillisiä yhdisteitä kuten puriineja, kreatiinia ja hormoneja kuten adrenaliinia.

Osa aminohapoista hajotetaan ja käytetään joko energia-aineenvaihdunnassa tai varastoidaan hiilihydraateiksi tai rasvaksi muuttuneina. Silloin kun proteiinien saanti on tarvetta suurempi, niitä käytetään energian tarpeen tyydyttämiseen samalla tavoin kuin hiilihydraatteja.

Proteiinien varastointi

Ihmisen elimistö ei kykene varastoimaan proteiineja tehokkaasti, vaan se hyödyntää kerrallaan 20-40 grammaa ja hapettaa ylimäärän energiaksi. Proteiinien liian vähäinen saanti johtaa vakavaan puutostilaan, joka voi ilmetä kehitysmaissa yleisenä aliravitsemuksena, marasmina sekä pienillä lapsilla kvasiorkorina. Proteiinien ja aminohappojen energia-arvo vastaa hiilihydraatteja (17 kJ/g).

Erityisistä terveysvaikutuksista on ristiriitaista näyttöä

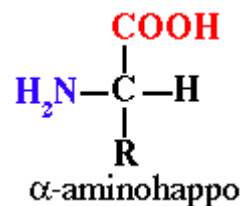
Joillakin aminohapoilla tai niistä muodostuvilla aineilla uskotaan olevan erityisiä terveydelle suotuisia vaikutuksia. L-arginiini ei ole välttämätön aminohappo, mutta siitä muodostuu elimistössä typpioksidia, jolla on merkitystä verisuonten sisäkalvon toiminnalle verenkierron säätelyssä.

Tämän seurauksena se voi myös vaikuttaa mieskuntoon ja lihasten palautumiseen.

Eläinkokeissa arginiinin saannin lisääminen (usein suoraan vereen annettuna) on parantanut verenkiertoa. Runsaasti arginiinia tai sitä sisältäviä ruokia nauttimalla voidaan joidenkin teorioiden mukaan vaikuttaa sydän- ja verisuonitautien kehittymiseen tai verenpaineen säätelyyn.

Olettamukset ovat ihmiskokeissa jääneet vaille vakuuttavia todisteita eikä arginiinia ole liitetty välttämättömien aminohappojen listaan. Arginiinista ja glysiinistä muodostuu munuaisissa ja maksassa kreatiinia, jolla on merkitystä lihasten energia-aineenvaihdunnassa.

Oheinen kuva osoittaa aminohappojen yleisen rakenteen. Niissä on aina karboksyylihapporyhmä (COOH) sekä aminoryhmä (H₂N). Aminohappojen sivuketju, joka kuvassa on merkitty kirjaimella R, antaa niille lisäominaisuuksia. Sivuketjun rakenteen perusteella aminohapot voidaan luokitella monellakin eri tavalla.



Aminohapot

L-treoniini:

on välttämätön aminohappo, jota on saatava ravinnosta. Se parantaa immuunijärjestelmää ja on välttämätön ruoansulatuksen toiminnalle.

Treoniini (C₄H₉NO₃) kuuluu luonnon 20 yleisimpään [aminohappoon](#). Se on seriinin ohella toinen kahdesta aminohaposta, joissa on alkoholi- eli hydroksyyli-ryhmä, ja nämä kaksi aminohappoa ovat muutenkin hyvin toistensa kaltaiset. Treoniinilla on kaksi kiraalista keskusta, joten sillä on neljä stereoisomeerista muotoa. Luonnossa esiintyvä L-treoniini on (2S3R)-2-amino-3-

hydroksibutaanihappo.

L-lysiini:

eli 2,6-diaminoheksaanihappo on välttämätön aminohappo, jota elimistö ei pysty itse valmistamaan ja siksi sitä on saatava ravinnosta. Lysiini toimii karnitiinin lähtöaineena ja vahvistaa valtimoseinän kudoksia. Terveillä ihmisillä lysiniin ja arginiinin yhdistelmän on todettu vähentävän ahdistusta ja stressihormonien tasoa. Lysiinin on myös todettu ehkäisevän ja poistavan herpesinfektiota.

Lysiinin suositeltava päiväannos 70 kg painavalle aikuiselle on 0,84 grammaa. Erityisesti kasvissyöjien on huolehdittava riittävästä lysiniin saannista. Hyviä lysiniin lähteitä ovat proteiinipitoiset elintarvikkeet, kuten punainen liha, juustot, jotkut kalat, pähkinät, munat ja soiijapavut. Seuraavissa elintarvikkeissa on runsaasti lysiniä.

- Monnikalat, joissa 9.19% proteiinista on lysiniä
- kana, jossa 8.11% proteiinista on lysiniä
- nauta, jossa 8.31% proteiinista on lysiniä
- parmesanjuusto, jossa 7.75% proteiinista on lysiniä
- maito, jossa 7.48% proteiinista on lysiniä. Maidon proteiinitaso on kuitenkin alhainen, vain 3,37% maidon painosta on proteiinia.
- soiijapavuissa ja linsseissä, joissa 7.42-5.74% proteiinista on lysiniä.
- muna, jossa 7.27% proteiinista on lysiniä
- munuainen, jossa 6.87% proteiinista on lysiniä

L-asparagiinihappo:

, eli 2-aminobutaanidihappo (aspartiinihappo) on erityisen tärkeä verenkierrolle ja sydämelle ja se toimii myös aivojen välittäjäaineiden osana. Se edistää energiantuotantoa vaikutuksellaan sitruunahappokiertoon ja toimii esiasteena proteiinien, oligopeptidien, nukleiinihappojen, puriinin, pyrimidiinin ja l-arginiinin synteesissä. Asparagiinihappo,

joka tunnetaan myös nimellä aspartaatti, on glutamiinihapon ohella toinen kahdesta happamasta aminohaposta ja se esiintyy fysiologisessa pH:ssa aina negatiivisena ionina. L-aspartaatti on kaikkialla elimistössä esiintyvä ei-välttämätön aminohappo. Eniten l-aspartaattia esiintyy hermojen proteiinien rakennusaineena. Suurilla pitoisuuksilla l-asparagiinihappo on neurotoksinen.

Aivoissa esiintyy vähän myös D-aspartaattia ja aspartaatin aineenvaihduntatuotteina syntyviä N-asetyyliaspartaattihappoa (NAA) ja N-asetyyliaspartyyli-glutamaattia.

L-aspartaatin vaikutukset aivokudokseen ovat identtiset l-glutamiinin, glutamiinihapon isomeerin kanssa, joskaan aspartaatti ei sitoudu reseptoreihin yhtä vahvasti kuin glutamiini. L-aspartaatti ja NAA aktivoivat glutamaattireseptoreita. L-aspartaatin ja asetyylikoentsyymin yhdistelmästä syntetisoituva N-asetyyliaspartaattihappo sijaitsee normaalisti vain hermosoluissa. Se näkyy hyvin magneettikuvauksessa ja sitä pidetään hermovaurioiden indikaattorina. Alzheimerin tautia ja MS-tautia sairastavilla NAA-tasot ovat aivoissa epätavallisen matalat.

NAA:n tehtävää ei tarkoin tunneta, mutta sen oletetaan liittyvän vesi- ja osmoottisen tasapainon ylläpitoon. Solun ulkopuolella esiintyvää NAA:ta on ehdotettu myös mittariksi aivovaurioiden hoidossa.

L-alaniini

L-alaniini, eli 2-aminopropaanihappo vaikuttaa maksan ja lihasten välisessä sokeri-alaniinikierrrossa ja sitä tarvitaan valkosolujen tuotantoon. Alaniini eristettiin jo vuonna 1879. Se ei ole välttämätön aminohappo, sillä lihassolut valmistavat sitä pyruvaatista transaminaatioreaktiolla, jossa glutamiinihappo toimii typen luovuttajana. Päinvastainen reaktio tapahtuu maksassa.

L-leusiini:

L-leusiini, eli 2-amino-4-metyylipentaanihappo on välttämätön aminohappo, jota elimistö ei pysty syntetisoimaan ja jota erityisesti lihassolut tarvitsevat. Se on ainoa aminohappo, joka stimuloi lihasten proteiinisynteesiä. Lisäravinteena otettavan leusiinin on todettu hidastavan lihaskudoksen degeneroitumista. Tulokset ovat kuitenkin osittain ristiriitaisia. Pitkäaikaisen leusiiniravintolisän ei ole todettu lisäävän lihasmassaa tai voimaa terveillä vanhemmilla miehillä tehdyissä tutkimuksissa.

Leusiinia on markkinoitu lihaskasvua edistävänä lisäravinteena ja se onkin tärkein lihasmassaa kasvattava aminohappo. Leusiinin liiallinen saanti voi kuitenkin aiheuttaa toksisen reaktion ja pellagran, jonka oireina ovat ripuli, ihottuma, dementia ja kuolema.

Leusiinia käytetään makua korostavana lisäaineena, jonka E-koodi on E641.

Leusiinia sisältäviä ravintoaineita:

Soijapavut	2.97g / 100g
Naudanliha	1.76 g / 100g
Maapähkinät	1.672 g / 100g
Salami, possu	1.63g / 100g
Lohi, raaka	1.62g / 100g
Mantelit	1.48g / 100g

L-kysteini

L-kysteini muodostaa hapetusstressiä vähentävää glutationia, joka on tärkeä antioksidantti. Se auttaa myös kehoa puhdistumaan sitomalla raskasmetalleja ja saattaa vähentää alkoholin haittavaikutuksia. Kysteini on yksi yleisimmistä aminohapoista. Kysteini ja metioniini ovat rikkipitoisia aminohappoja. Kahden kysteinin hapettuminen muodostaa kystiinin eli dikysteinin, jossa kahden kysteinin sulfhydryyliryhmät yhdistyvät muodostaen disulfididisidoksen eli

rikkisillan. Disulfidididokset ovat tärkeitä monien proteiinien oikean tertiaari- ja kvaternaari rakenteen syntymiselle.

L-valiini

Valiini, eli 2-amino-3-metyyliibutaanihappo on välttämätön aminohappo. Eläinkokeissa on osoitettu, että lisäravinteena annettu valiini ja leusiini laskevat kolesteroliarvoja. Harvinaisessa sirppisoluanemiassa hydrofobinen valiini korvaa hydrofiilisen glutamiinihapon, minkä vuoksi hemoglobiini ei laskostu oikein.

L-metioniini

Metioniini on välttämätön aminohappo. Se vahvistaa ihoa, hiuksia ja kynsiä kollageenin osana ja auttaa lieventämään allergioita. Metioniini on kysteiinin ohella toinen rikkipitoinen aminohappo. Metioniinin kodoni* (A U G) on myös geenien aloituskoodi, joten translaation* aikana jokaisen eukaryoottiproteiinin ensimmäinen aminohappo on metioniini, joka poistetaan yleensä proteiinin muokkauksen myöhemmissä vaiheissa.

* *kodoni*

koodisana, tripletti; geneettisen informaation pienin yksikkö, DNA-molekyylissä (sekä lähetti-RNA-molekyylissä) oleva kolmen peräkkäisen nukleotidin (tai emäksen) ryhmä, jonka mukaan tietty aminohappo liittyy muodostuvaan peptidiketjuun translaatiossa.

* *translaatio*

ranslatio, luenta; peptidiketjun rakentuminen ribosomissa lähetti-RNA:n tumasta tuoman informaation määräämään aminohappojärjestykseen.

Lähde: Terveyskirjasto

L-isoleusiini

Isoleusiini, eli 2-amino-3-metyylipentaanihappo on välttämätön aminohappo, eli sitä on saatava ravinnosta, koska elimistö ei sitä pysty valmistamaan. Isoleusiinia tarvitaan erityisesti ketoaineiden eliminointiin ja lihaskudosten kasvuun. Isoleusiini on leusiinin isomeerinen muoto. Sillä on kaksi kiraalista keskusta ja neljä stereoisomeerista muotoa.

L-fenyylialaniini

Fenyylialaniini, eli 2-amino-3-fenyylipropaanihappo on välttämätön aminohappo ja sitä on saatava ravinnosta. Fenyylialaniini on valkoista, hajutonta ja heikosti veteen liukenevaa kiteistä ainetta. Fenyylialaniini on keskushermoston välittäjäaineena toimivan hormonin, eli dopamiinin* lähtöaine. Fenyylialaniinista muodostuu fenyylialaniinihydroksylaasin (*PAH=Phenylalaninen hydroxylase*) avulla tyrosiinia, joka on melaniini-ihopigmentin, välittäjäaineina toimivien adrenaliinin*, noradrenaliinin* ja dopamiinin* sekä kilpirauhashormonien (tyroksiinin* ja triiodityroniinin) esiaste. Fenyylialaniini kulkeutuu aktiivisesti verenkierron ja aivojen välillä (veriaivoeste) samaa kanavaa kuin tryptofaani, mikä fenyylialaniinia suurina pitoisuuksina saataessa haittaa serotoniinin tuotantoa, koska tämä muodostuu elimistössä tryptofaanista.

Fenyyliketonuria on perinnöllinen tauti, jossa elimistö ei kykene käsittelemään fenyylialaniinihydroksylaasia katalysoivan entsyymin puutteen vuoksi. Veren korkea fenyylialaniinipitoisuus vahingoittaa aivojen kehitystä lapsilla, mikä johtaa kehitysvammaisuuteen. Aspartaamin hajotessa elimistössä vapautuu fenyylialaniinia. (Tästä syystä aspartaamilla makeutetuissa elintarvikkeissa tulee olla varoitus: sisältää fenyylialaniinin lähteen.)

**dopamiini*

Dopamiini tahdistaa muun muassa ihmisen sisäistä kelloa.

Dopamiini säätelee myös liikkeitä ja sen puute aiheuttaa muun muassa [dystonioita](#) eli lihasten kouristelua, nykimistä ja muita pakkoliikkeitä. Ihmisen herkkyys voimakkaalle kipuärsykkeille on kääntäen verrannollinen aivojen dopamiinipitoisuudelle. Dopamiini aiheuttaa mielihyvän kokemuksia ja osallistuu tunteiden säätelyyn. Heroiini, kokaiini ja amfetamiini aiheuttavat mielialan kohoamista dopamiinin välityksellä. Dopamiini vaikuttaa elimistöön piristävästi ja energiaa lisäävästi nostaten sydämen sykettä ja verenpainetta.

**adrenaliini*

Adrenaliini on välittäjäaine ja hormoni, jota yhdessä noradrenaliinin kanssa erittyy suorituskykyä vaativissa stressitilanteissa – yleisemmin kaiken fyysisen rasituksen yhteydessä, mutta erityisesti osana pako-/taistelureaktiota.

Välittäjäaineena adrenaliini toimii erityisesti sympaattisen hermoston synapseissa, jotka ovat kytkeytyneet säädeltäviin elimiin ja kudoksiin. Tämä säätelymekanismi lisää suorituskykyä muun muassa kasvattamalla sydämen sykettä ja lisäämällä glukoosin erityystä maksassa ja insuliinin erityystä haimassa. Adrenaliini toimii välittäjäaineena myös keskushermostossa.

**noradrenaliini*

Noradrenaliini on Dopamiinin ja serotoniinin ohella se on tärkein monoamiinityyppinen välittäjäaine keskushermostossa. Noradrenaliini lisää sympaattista tonusta yhdessä adrenaliinin kanssa.

**tyroksiini*

Tyroksiini eli tetrajodityroniini (T4) on kilpirauhashormoni, jota erittyy koko eliniän. Se säätelee aineenvaihduntaa sekä nuorella yksilöllä myös kasvua ja kehitystä. Kilpirauhasen vajaatoiminnassa sitä erittyy liian vähän. Vajaatoiminnassa

puuttuva tyroksiini korvataan synteettisellä tyroksiinilla. Kilpirauhasen liikatoiminnassa sitä muodostuu liikaa.

Lähde: Wikipedia

L-histidiini

Histidiini on välttämätön aminohappo, joka sitoutuu raskasmetalleihin ja auttaa niiden poistamisessa. Histidiini auttaa niveltulehduksissa ja sitä tarvitaan seksuaalisen kliimaksin saavuttamisen kannalta tärkeän histamiinin valmistamisessa. Histidiini on histamiinin* ja karnosiinin* esiaste.

**histamiini*

Histamiinin vapautuminen elimistössä liitetään usein allergisiin reaktioihin, sillä se aiheuttaa tulehdusreaktion ja sileän lihaskudoksen supistumia. Päämääräisesti histamiinia vapautuu immuunijärjestelmän syöttösolusta, kun antigeeni sitoutuu sen pinnalla olevaan IgE-vasta-aineeseen. Histamiini myös stimuloi mahalaukun katesolujen suolahapon tuotantoa. Histamiini välittää vaikutuksensa histamiinireseptorien kautta, joita on eri tyyppisiä:

- *H₁-histamiinireseptori – keuhkoputkien supistuminen, verisuonien laajeneminen, sileän lihaskudoksen supistuminen, allerginen ihottuma, verisuoniston seinämän jännitystilän vaihtelu, hyönteisten pistojen aiheuttama kipu ja kutiaminen*
- *H₂-histamiinireseptori – mahahapon erityksen lisääntyminen*
- *H₃-histamiinireseptori – vähentynyt hermovälittäjäaineiden vapautuminen, mm. histamiini, asetyylikoliini, noradrenaliini, serotoniini*

Yleisimmät niin kutsutut antihistamiiniaineet ovat H₁-reseptorin käänteisantagonisteja, jotka lähinnä toimivat

tehokkaasti sileän lihaskudoksen histamiinireaktioiden estämisessä.

**karnosiini*

Karnosiini on yleinen dipeptidi, jota tavataan kaloista, linnuista, matelijoista ja nisäkkäistä. Karnosiini toimii lihasaineenvaihdunnassa puskuroivana aineena; muuta selkeää fysiologista tehtävää ei tunneta. Karnosiini on luokiteltu neuropeptideihin. Karnosiinilla on kelaatio- ja antioksidantti-ominaisuuksia. Karnosiini on ravinnossa myös alaniini-aminohapon lähde. Karnosiini eristettiin luurankolihaksesta vuonna 1900. Sittemmin havaittiin, että karnosiinia esiintyy muun muassa sydänlihaksessa, aivoissa, ihossa, maksassa ja munuaisissa.

Lähde: Wikipedia

L-arginiini

Arginiini on ehdollisesti välttämätön aminohappo, jota elimistö ei pysty valmistamaan riittävästi. Arginiini vapauttaa kasvuhormonia, parantaa immuunijärjestelmää ja toimii typpioksidin lähtöaineena, mikä saattaa voimistaa erektiota. Arginiini lisää siittiöiden määrää ja niiden liikkuvuutta, suojaa maksaa ja tukee sydäntä ja verenkiertoa. Arginiinia saa korkean proteiinitason elintarvikkeista, kuten liha, kala, pähkinät ja vilja. Erityisen runsaasti arginiinia on pähkinöissä ja seesamissa. Muita hyviä arginiinin lähteitä ovat sipuli, riisi, täysjyvävilja ja sienet. Myös elimistö tuottaa arginiinia, mutta sen syntetisointi on hidasta.

Arginiini vaikuttaa typpioksidin tuotantoon. Typpioksidi puolestaan on tärkeä verisuonia säätelevä tekijä, ja sillä on vaikutusta mm. verenväyryyteen. Lisäksi arginiinilla on vaikutuksia kolesteroliin, lihasvoimaan ja sokeriaineenvaihduntaan, se lisää luonnollisen kasvuhormonin eli somatotropiinin tuotantoa ja saattaa tehostaa kuona-

aineiden poistumista elimistöstä. Arginiinia tarvitaan ureasyklissä eli virtsahappokierrossa.

Arginiinin puute on yhdistetty mm. lisääntyneeseen sydän- ja verisuonisairauksien riskiin. Arginiinilla on tärkeä rooli ureasyklissä, eli virtsahappokierrossa, jossa elimistö poistaa aineenvaihdunnassa virtsaan syntyvää myrkyllistä ammoniakkia. Ureasyklin häiriöissä, esim. arginiinisukkiinihaopvirtsausuudessa on puuttuvia tai huonosti toimivia entsyymejä, jolloin ureasykli ei toimi tehokkaasti.

Arginiinia käytetään lisäravinteena mm. verenpainetaudin, korkean kolesterolin ja sydänsairauksien hoidossa. Sitä käytetään myös suorituskyvyn parantamiseksi, väsymyksen hoidossa ja aineenvaihdunnan vilkastuttamiseksi.

L-tryptofaani

Tryptofaani on välttämätön aminohappo. Se on mielialan kannalta tärkeän serotoniinin ja unen laadulle tärkeän melatoniinin lähtöaine. Tryptofaani parantaa mielialaa ja auttaa nukahtamaan. Tryptofaania on erityisen paljon soijassa, juustoissa, lihassa, kalassa ja vehnäalkioissa sekä pähkinöissä ja siemenissä.

L-tryptofaani aminohappo löydettiin vuonna 1901 ensimmäisenä kaikista aminohapoista. Nisäkkäiden aivoissa tryptofaanista muodostuu serotoniinia. Serotoniini säätelee muun muassa mielialaa, unta ja syömistä. Serotoniini vaikuttaa myös seksuaaliseen käyttäytymiseen.

Käpyrauhasessa tryptofaanista muodostuu melatoniinia, joka säätelee ihmisen vuorokausirytmää. Maksassa tryptofaanista muodostuu nikotiiniamidia sekä muita aineenvaihduntatuotteita, joiden tiedetään olevan biologisesti aktiivisia.

WHO:n minimisuositus tryptofaanin päiväannokseksi on 3,5 mg/kg eli 70 kg painavalle henkilölle 240 mg päivässä. Suomalainen

saa ruoasta keskimäärin 900 mg tryptofaania päivässä. Lihaa välttävää erikoisruokavaliota noudattavien tryptofaanin saanti voi olla hyvin puutteellista.

Tryptofaanin saanti ei saisi nousta yli grammaan päivässä. Tryptofaani läpäisee [veri-aivoesteen](#) mm. glutamiinin, insuliinin, glukoosin ja tyrosiinin auttamana.

L-seriini

Seriini, eli 2-amino-3-hydoksipropanihappo on useiden entsyymien osa ja se toimii lähtöaineena aivojen välittäjäaine D-seriinille. Treoniinin lisäksi seriini on toinen aminohappo, jossa on alkoholi- eli hydroksyyli-ryhmä. Treoniini ja seriini ovat muutenkin hyvin samankaltaisia.

Proteiineissa seriinin hydroksyyli-ryhmä voidaan glykosyloidia. Tällä voi olla merkitystä joidenkin diabeteksen vaikutusten ymmärtämisessä.

Seriinin synteesi alkaa 3-fosfoglykeraatin hapettamisella, josta muodostuu 3-fosfohydroksipyruvaattia ja NADH:ta. Transaminaatioreaktiosta glutamaatin kanssa syntyy 3-fosfoseriinia ja fosfaatin poistaminen jättää jäljelle seriinin.

L-glutamiinihappo

Glutamiinihappo, eli 2-aminopentaanidihappo eli glutamaatti toimii hermovälitystä hillitsevän välittäjäaineen GABA:n lähtöaineena ja se on tärkeä aivojen toiminnalle, oppimiskyvylle ja muistille. Glutamiinihappo ylläpitää aivotoimintaa ikääntyvillä. Se on asparagiinihapon ohella toinen kahdesta happamasta aminohaposta.

Glutamiinihappo on ei-välttämätön aminohappo, jonka elimistö pystyy syntetisoimaan esimerkiksi alaniinin tai aspartaatin ja alfa-ketoglutaraatin yhdistämällä. Sen isomeeri L-glutamaatti

toimii aivokudoksessa proteiinien ja pienten peptidien rakennusaineena, hermonvälittäjäaineena, solujen välisen ionisen ja osmoottisen toiminnan säätelijänä, välivaiheena energia-aineenvaihdunta-ketjussa, gamma-aminovoihapon GABA:n esiasteena, ammoniakin detoksifikaatiossa sekä liikaa saatuna hermomyrkkynä. Glutamaatti aktivoi voimakkaasti glutamaattireseptoreita. Suurina pitoisuuksina L-glutamaatilla on hermo- ja gliasolujen kuolemaa aiheuttava neurotoksinen luonne. Aivojen normaalien glutamaattitasojen pienestäkin häiritsemisestä voi seurata voimakas reaktio käytökseen sekä muihin aivojen toimintaan liittyviin ominaisuuksiin. Ravinnosta tai lisäaineista saatava glutamaatti ei kuitenkaan vaikuta juurikaan keskushermoston pitoisuuksiin, koska:

- a) glutamaattia on elimistössä runsaimmin keskushermostossa
- b) se ei läpäise veri-aivoestettä ja
- c) elimistö osaa syntetisoida sitä itse

Glutamaattia ei runsaasta vastustuksesta huolimatta pidetä yleisesti terveystorjintana. Se voi tosin aiheuttaa joillekin yliherkkyysoireita.

Aivoissa L-glutamaatti voi syntetisoitua seitsemällä eri tavalla. Aspartaattiaminotransferaasientsyymin avulla aspartaattista ja alfa-ketoglutaraatista, glutamaatti-dehydrogenaasin avulla vedestä ja glutamaatista, sekä GABA-, alaniini- tai ornitiini-aminotransferaasientsyymin avulla, asparagiini-syntetaasilla tai vain yhten suuntaan ornitiinista l-glutamaatiksi pyrrolidoni-dehydrogenaasilla.

L-glutamaatti ei pysty läpäisemään veri-aivoestettä. Aivojen verisuonten seinämissä, kapillaarisessa endoteelissä on ainakin yhdeksän erilaista aminohappojen siirtoon erikoistunutta kalvoproteiinijärjestelmää, joiden avulla elimistö säätelee aivojen L-glutamaattitasoja. Monet niistä voivat siirtää useita muitakin aminohappoja veri-aivoesteen yli.

Glutamiinihappo on aivojen pääasiallinen kiihottava eli eksitoiva hermovälittäjäaine. Glutamaatti on aivainroolissa hermoston kestoherkistmisessä ja vaikuttaa mm. oppimiseen ja muistiin. Lisäksi se vaikuttaa rasvahappojen, foolihapon, glutationi-tripeptidin rakennusaineena ja sillä on huomattava rooli kupuviestien välittämisessä ja hermosolujen vaurioihin liittyen.

Lisäaineena käytettävän glutamiinihapon E-tunnus on E620 ja aromivahvenne natriumglutamaatin E-tunnus on E621, Makuaiistin viides perusmaku, umami, tunnistaa nimenomaan natriumglutamaatin. Glutamiinihappoa on runsaasti hiivauutteessa ja sitäkin käytetään aromivahventeena. Muita glutamiinihapon aromivahventeina käytettyjä muotoja ovat mm. mononatriumglutamaatti, monokaliumglutamaatti, kalsiumdiglutamaatti, monoammoniusglutamaatti ja magnesiumdiglutamaatti.

L-proliini

Proliini, eli 2-pyrrolidiinikarboksylihappo on kudoksille ja nivelille tärkeä aminohappo ja kollageenin välttämätön osa. Se on ei-välttämätön aminohappo, jota elimistö pystyy syntetisoimaan itse riittäviä määriä glutamaatista. Poikkeuksellisen rakenteensa ansiosta proliini voi rikkoa proteiinien alfa-kierteitä ja se on yleinen beta-käännöksissä.

Peptideissä (kuten proteiineissa) proliini muodostaa tertiäärisen amidin ja koska sen tyyppien on liittynyt vetyä, se voi muodostaa vetysidoksen.

L-glysiini

Glysiini, eli 2-aminoetaanihappo tai 2-aminoetikkahappo on aivoja rauhoittava välittäjäaine, joka ehkäisee mm. kouristuksia, auttaa haavojen paranemisessa ja lihasvaurioiden korjaamisessa ja lisää proteiiniketjun taipuisuutta. Glysiini on keskushermoston rajoittava hermovälittäjäaine erityisesti selkäytimessä. Kun glysiinireseptorit aktivoituvat, kloori-

ionit siirtyvät hermosoluun, jolloin se hyperpolarisoituu ja aktiopotentiaalin synty vaikeutuu. Lihaskouristuksia aiheuttava strykniini toimii estämällä näiden glysiinireseptorien toiminnan. Glysiinin sivuketju muodostuu vain vetyatomista, joten se on pienin ja yksinkertaisin aminohappo. Glysiini on myös ei-välttämätön aminohappo, eli elimistö pystyy syntetisoimaan sitä itse. Glysiini on glutamiinihapon ko-agonisti NMDA -reseptoreiden aktivoinnissa.

L-tyrosiini

Tyrosiini, eli 4-hydoksifenyylialaniini toimii kilpirauhashormonin lähtöaineena ja se on kilpirauhasen toiminnalle välttämätön aminohappo. Tyrosiini myös kohottaa mielialaa. Tyrosiini on ei-välttämätön aminohappo, jota elimistö pystyy syntetisoimaan fenyylialaniinista hydroksyloimalla.

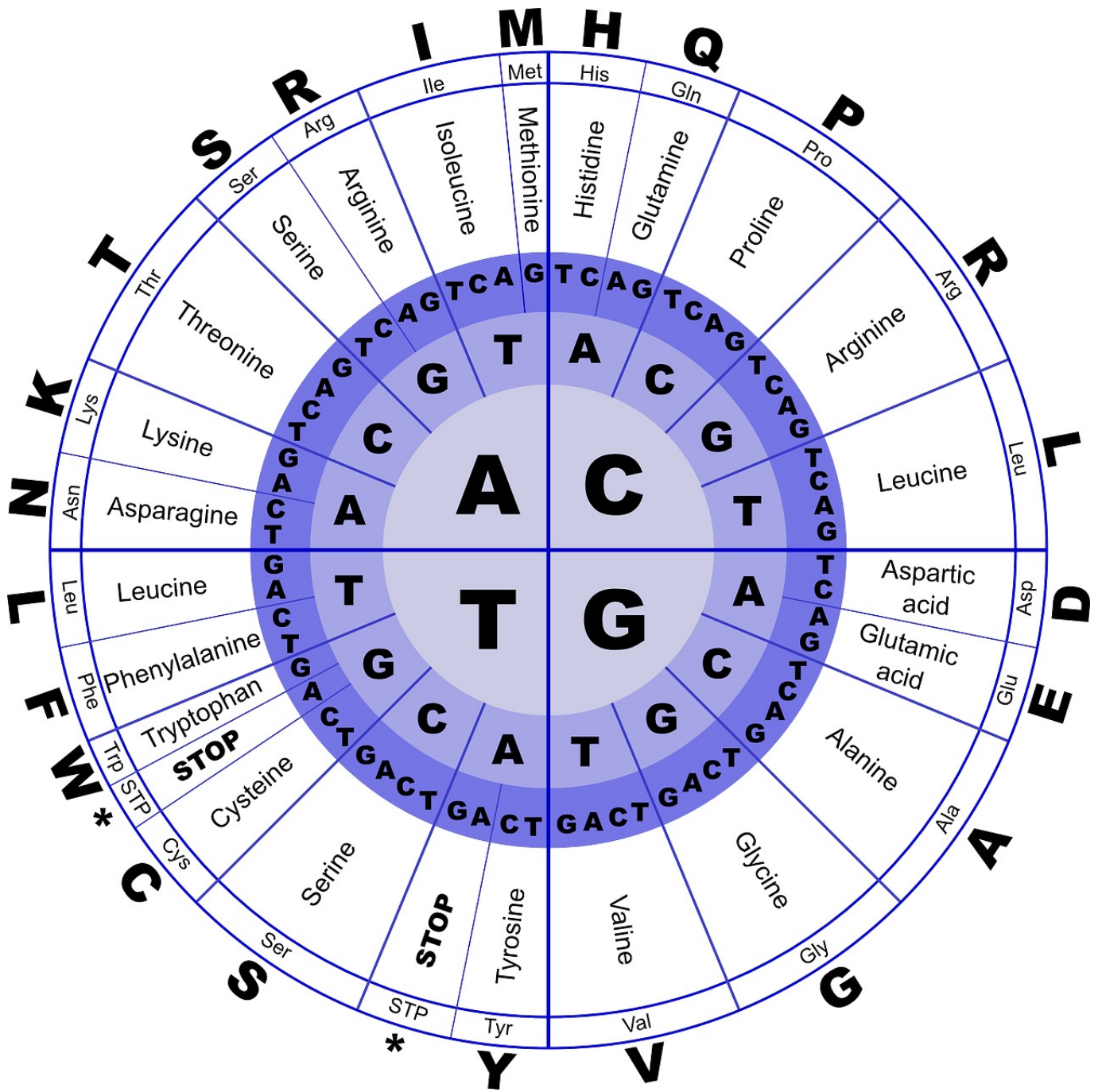
Tyrosiini vaikuttaa solusäätelyyn, koska proteiinikinaasit voivat fosforyloida sen ja sien säädellä proteiinien toimintaa ja aktiivisuutta. Tyrosiini on tärkeä aminohappo myös, koska se on kilpirauhashormoni tyroksiinin, melaniinin, sekä katekoliamiinien (dopamiini, noradrenaliini ja adrenaliini) esiaste.

Fenyyliketouria on Suomessa hyvin harvinainen sairaus, jossa elimistöltä puuttuu fenyylialaniinin hydroksyloimiseen tarvittava katalysoiva entsyymi, fenyylialaniinihydroksylaasi. Fenyyliketourian hoidossa käytetään tyrosiiniä lisäravinteena. Harvinaisessa aineenvaihduntasairaudessa – tyrosinemiassa elimistö ei pysty hajottamaan tyrosiinia. Tyrosinemiaa tunnetaan kolmea eri tyyppiä.

Tyrosiinista valmistetaan melaniinia eli ihon tummaa pigmenttiä tyrosinaasi-entsyymin avulla. Albiinoilta tyrosinaasi-entsyymi puuttuu, jolloin elimistö ei pysty valmistamaan melaniinia. Alkaptonuriassa tyrosiinin (ja fenyylialaniinin) hajoaminen pysähtyy homogentisiinihappoon,

koska maksan homogentisiinihappoa hapettavassa entsyymissä on puutos. Homogentisiinihappo erittyy virtsaan, joka hapen vaikutuksesta alkaa muuttua mustaksi. Oireiltaan tauti muistuttaa nivelreumaa. Mustaa pigmenttiä kerääntyy iholle ja muihin kudoksiin, kuten niveliin. Alkaptonuriaa sairastaa Suomessa vain muutama potilas.

Tyrosiinia myydään lisäravinteena, jonka väitetään kiihdyttävän aineenvaihduntaa, lisäävän suorituskykyä, vähentävän ruokahalua, piristävän ja nostavan mielialaa. Väitteet perustuvat kuitenkin vähäiseen ja puutteelliseen näyttöön.



Aminohappojen ja DNA:n emästen ja emäsparien (adeniini A, sytosiini C, guaniini G, ja tyymiini T) suhteet.