



Ruuan sulatus

27.2.2024

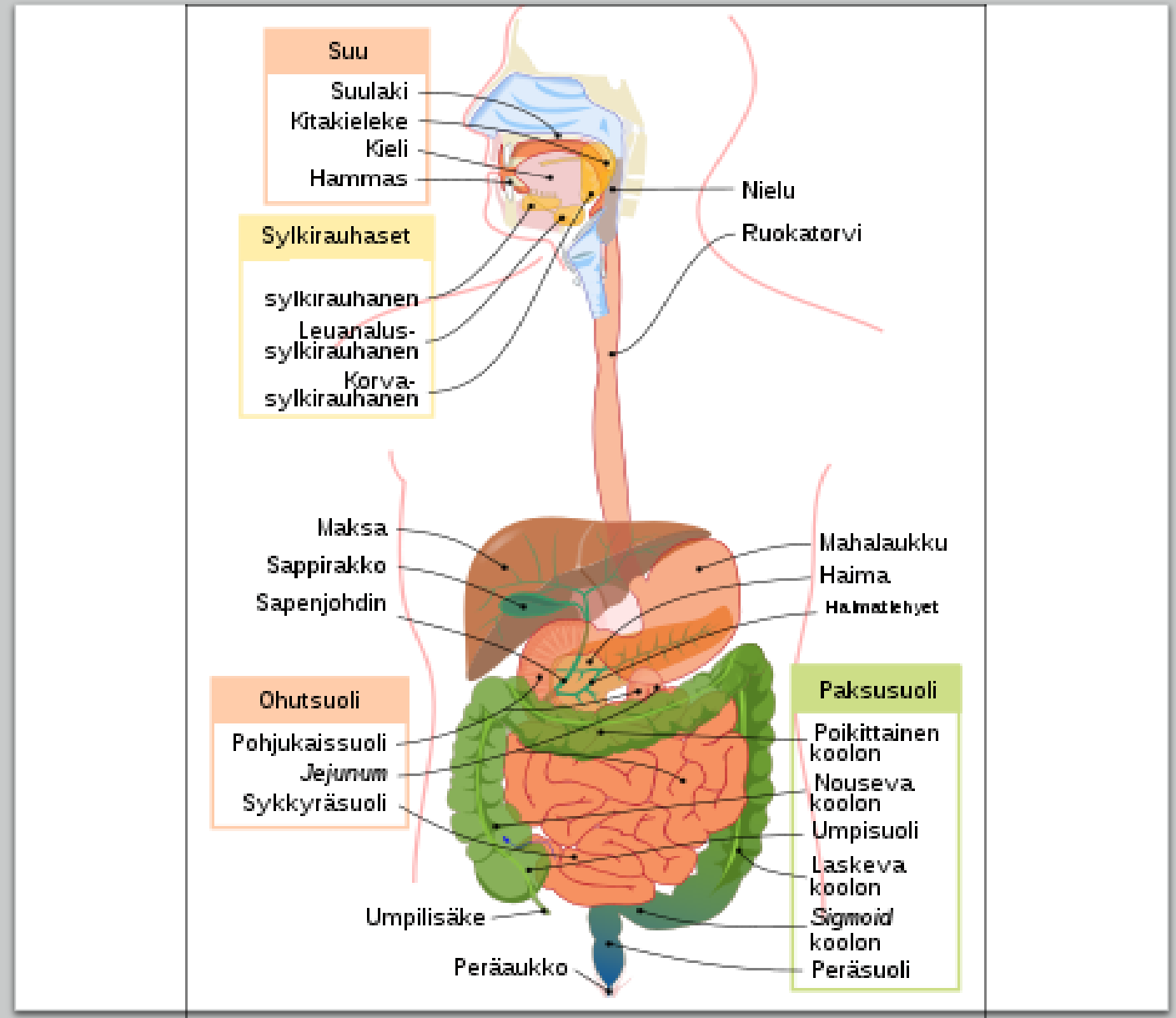


Oppimistavoitteet

- Tunnistaa ruuansulatukseen liittyvät keskeiset anatomiset rakenteet ja niiden toiminta
- Ymmärtää ravintoaineiden imeytymisen periaatteet
- Hahmottaa energia-aineenvaihdunnan keskeiset osat

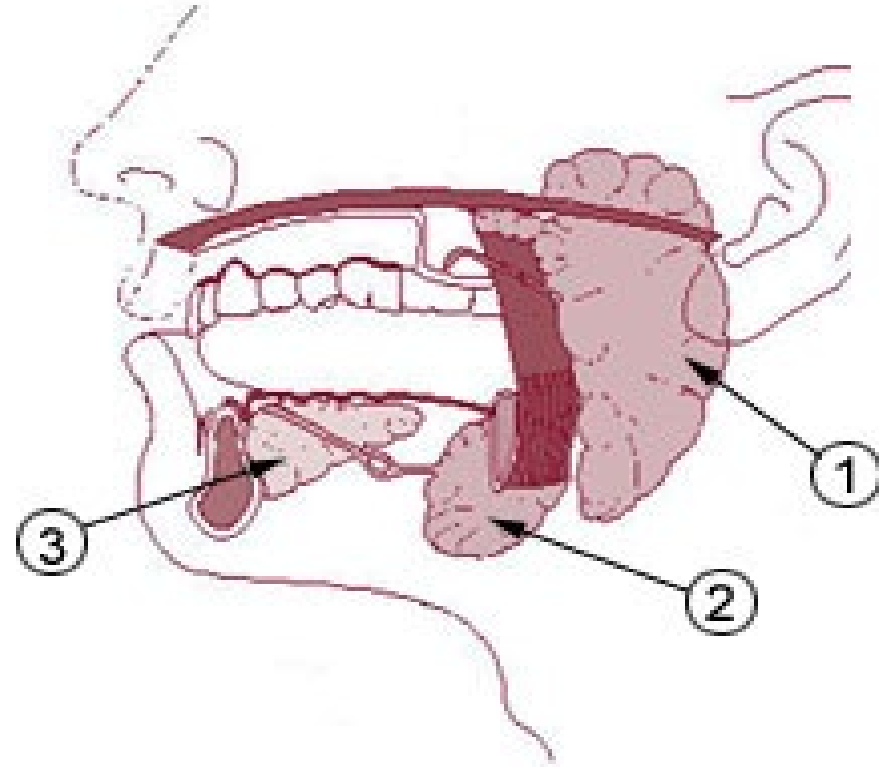
Ruuansulatuselimistö

- Suontelo, kieli, hampaat
- Nielu
- Ruokatorvi
- Mahalaukku
- Ohutsuoli
- Paksusuoli
- Rauhaset: sylkirauhaset, haima, maksa



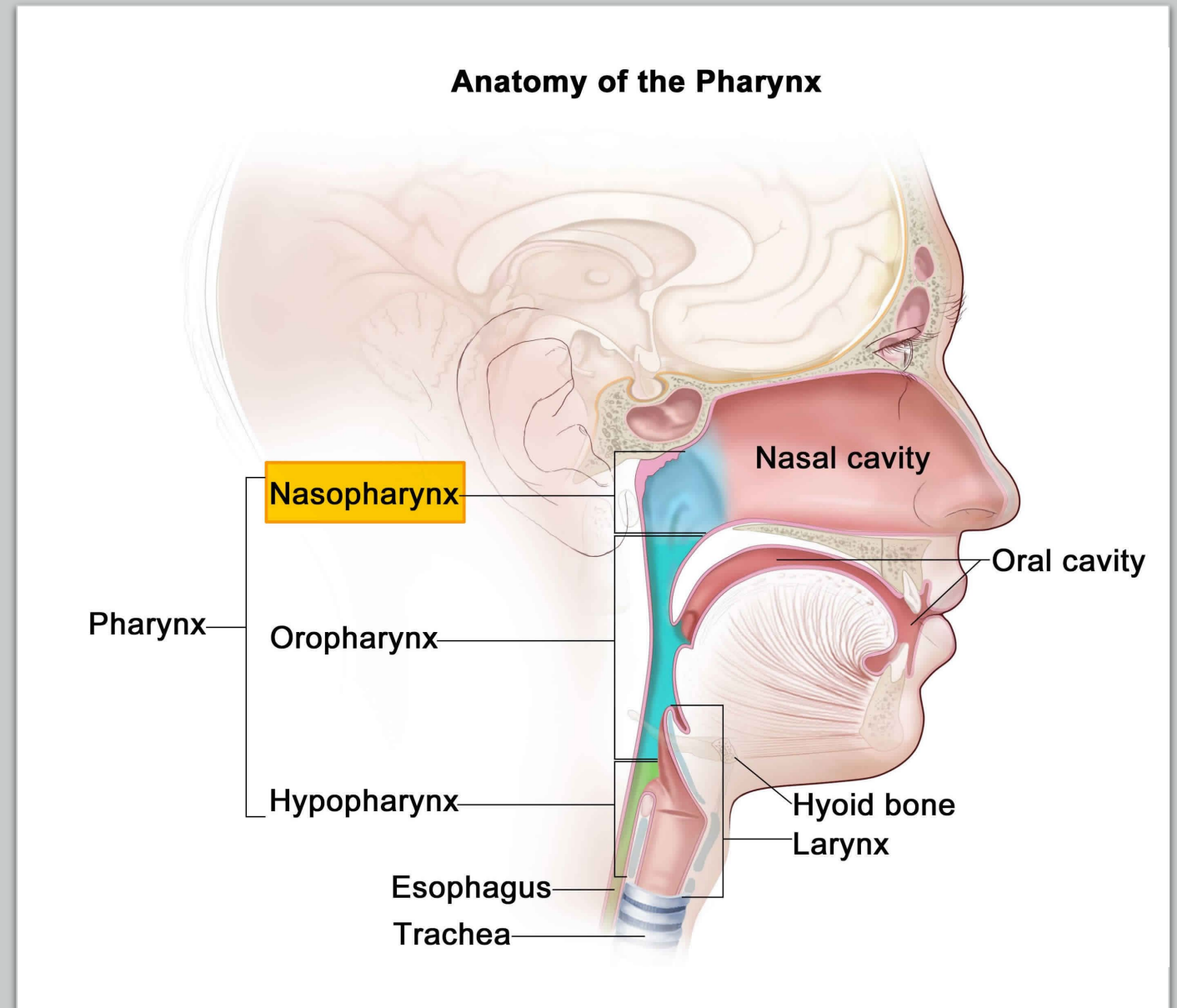
Suuontelo

- Ruuansulatus alkaa
- Sylkirauhaset
 - 1-1.5 l/vrk
 - kostuttaa suuta
 - tuhoaa bakteereita
 - neutralisoi suun pH:n
- Syljenerityksen säätely aivorungossa
- Pureskelu ja kielentoiminta kehityksellisesti keskeisiä

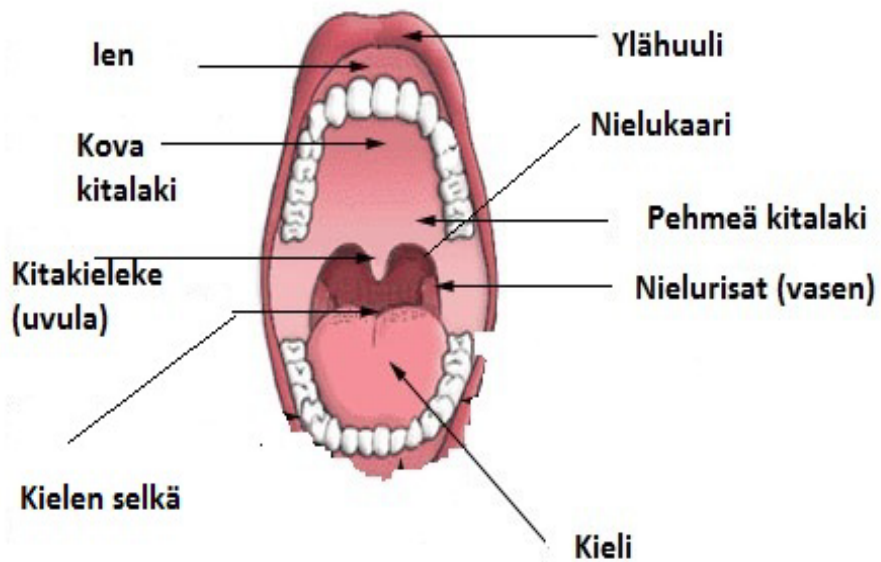


Nielu

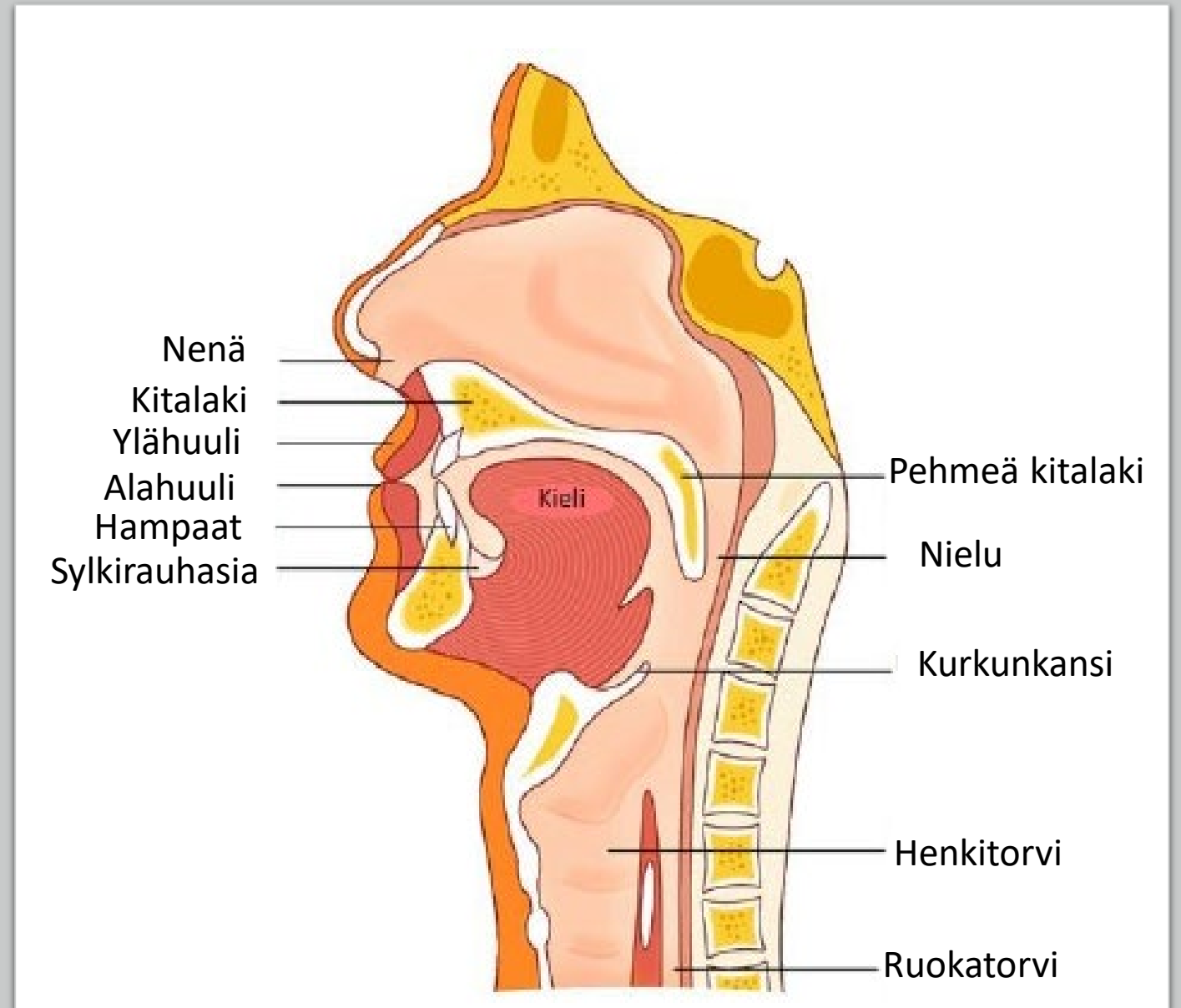
- Kuuluu sekä ruuansulatus- että hengityselimistöön
- Nenänielu kuuluu lähinnä hengityselimistöön ja on värekarvaepiteelin peittämä
- Lisäksi suunielu ja alanielu



Nieltäessä pehmeä kitalaki ja kitakieleke (uvula) sulkevat yhteyden nenänieluun

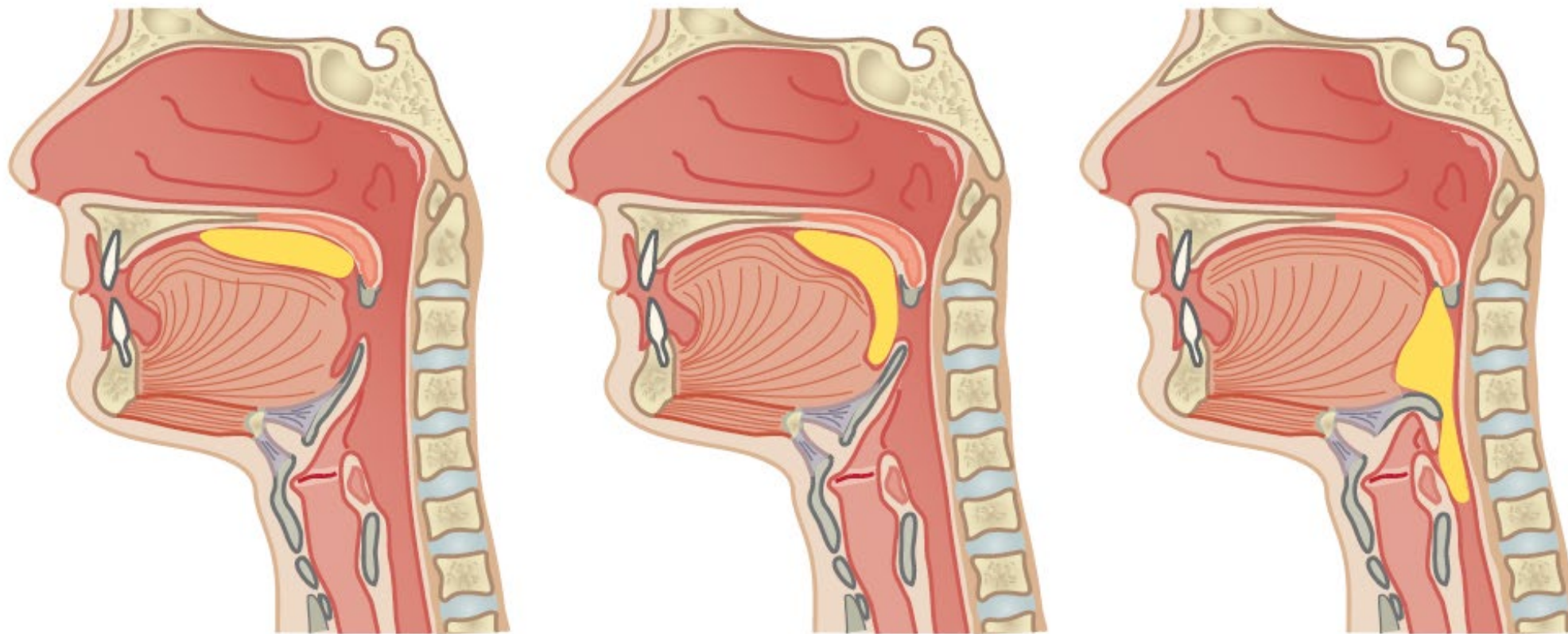


Refluksi.fi



Nutricia Medical

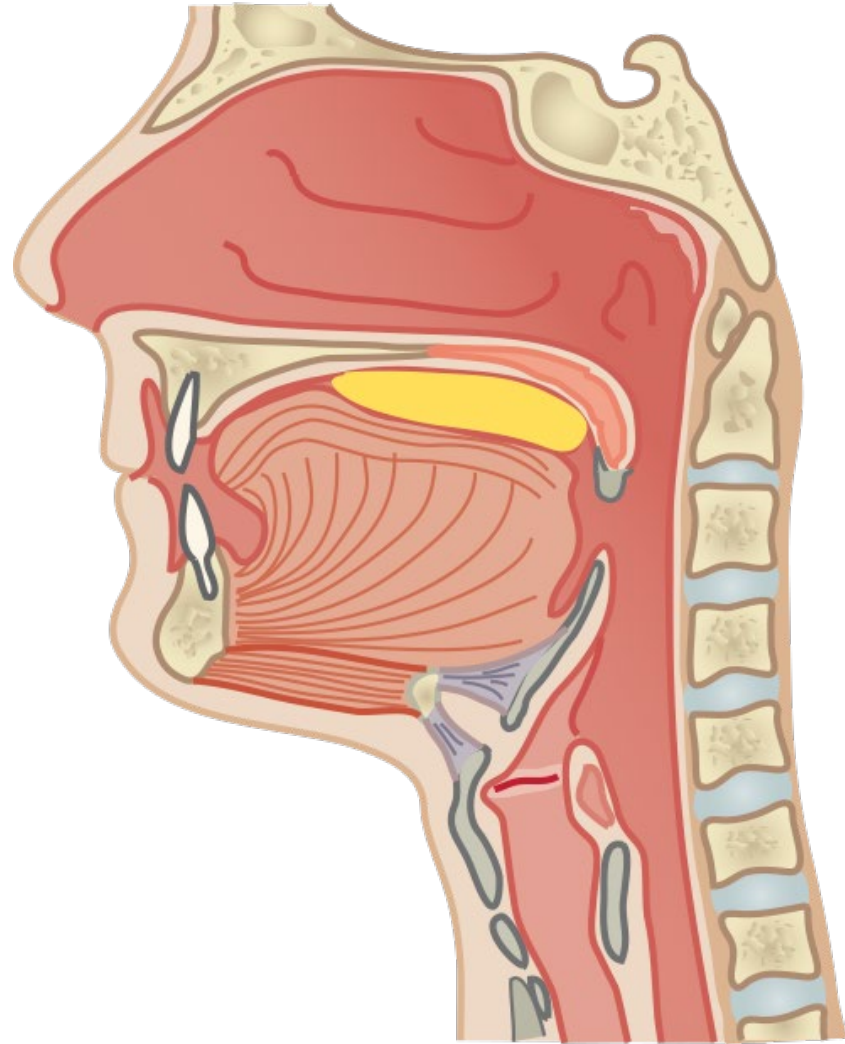
Nieleminen



Kolme vaihetta: Oraalinen (tahdonalainen), faryngeaalinen (refleksi) ja esofageaalinen (refleksi)

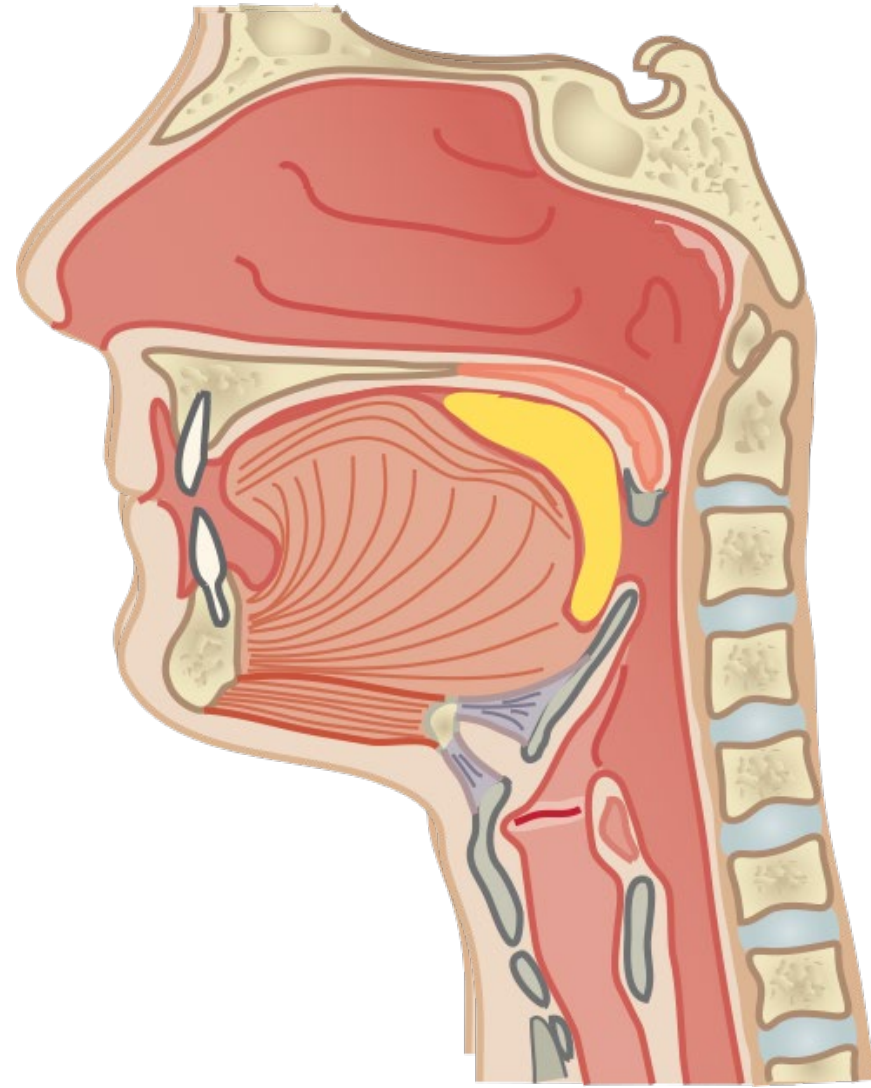
Nielemisen oraalinen vaihe

- Pääosin tahdonalainen
- Huulien sulkeminen (aivohermo VII)
- Ruokaboluksen kokoaminen & kielen liikkeet (XII)
- Nielurefleksi laukeaa/ suulaen tunto (IX) ja symmetrinen nielun liike (X)



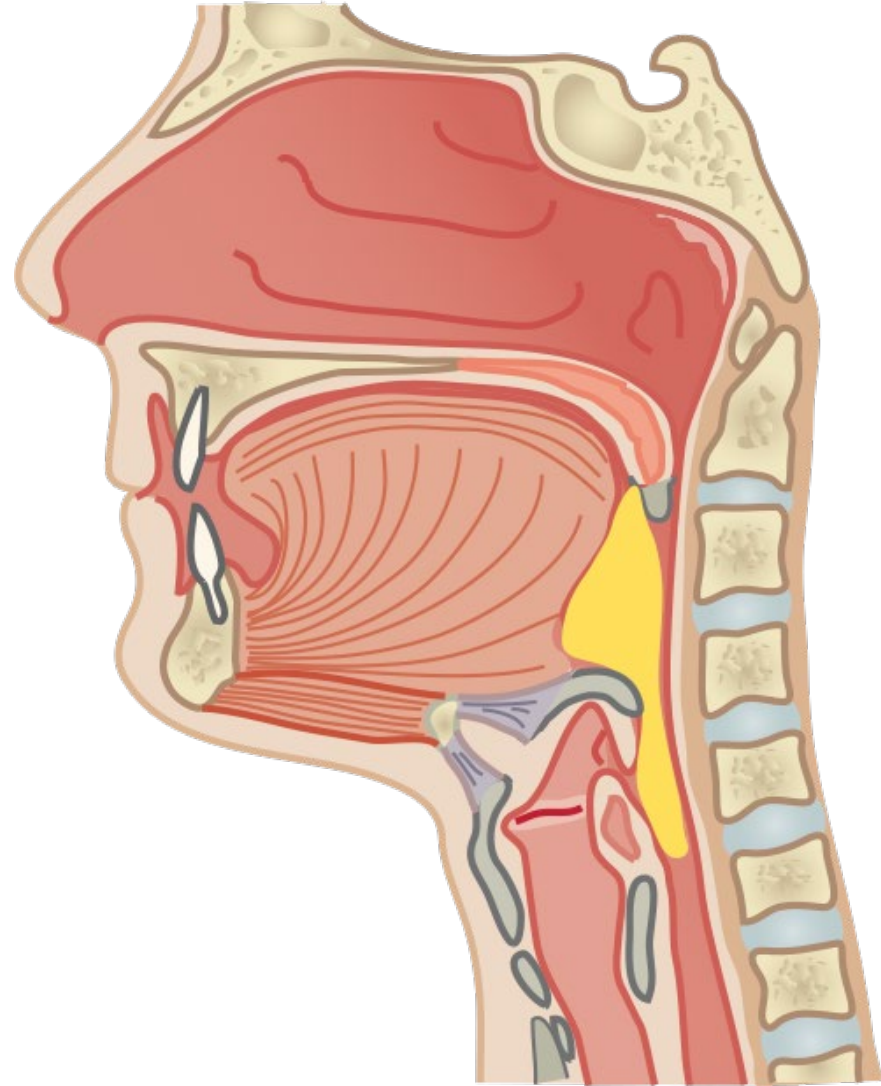
Nielemisen faryngeaalinen vaihe

- Ruokabulus laukaisee palataalirefleksin koskettaessaan suulakea (X, V)
- Kurkunpää kohoaa (kurkunpään nousurefleksi XII)
- Kielenkannan supistumisrefleksi (V, XII)



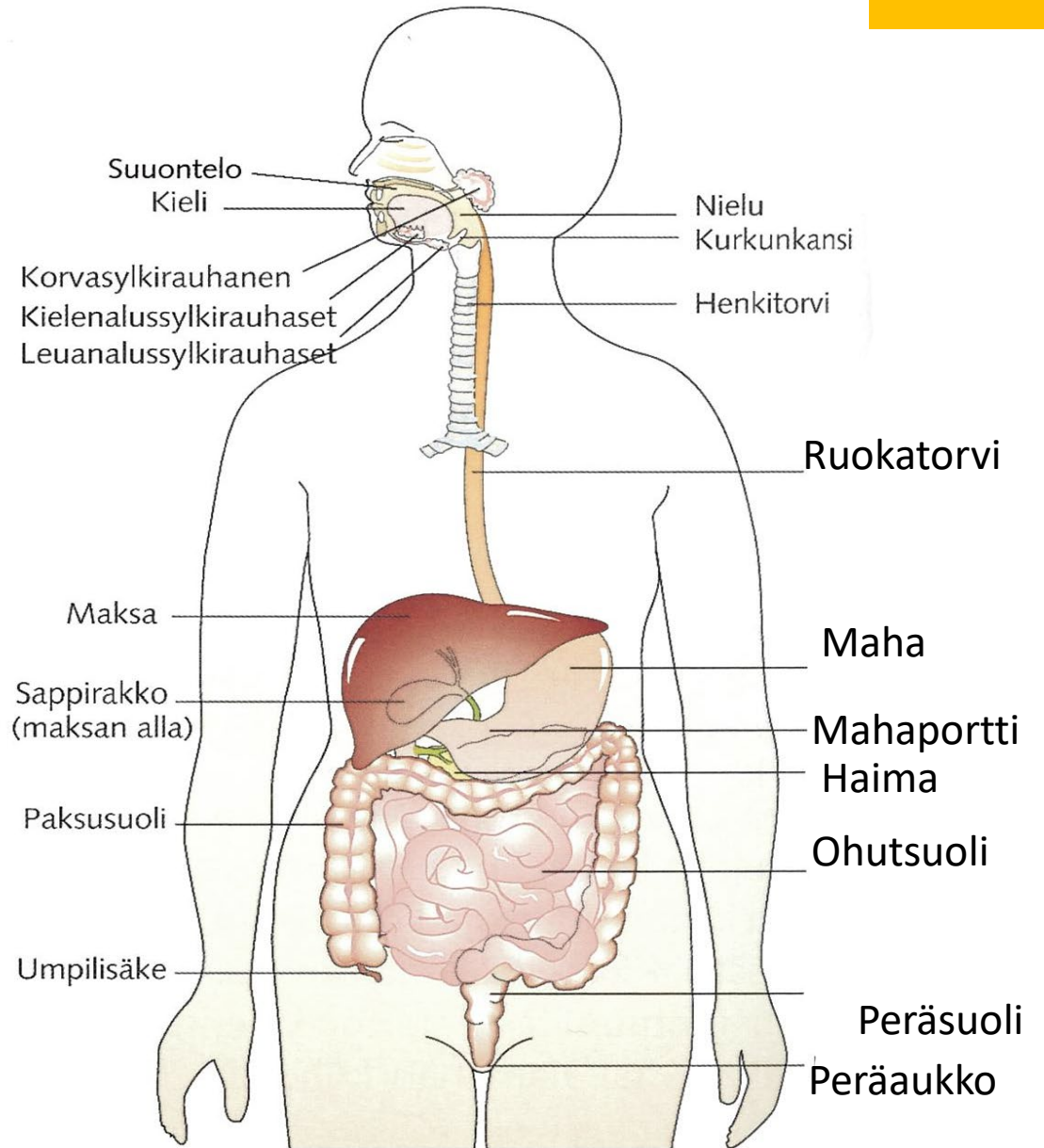
Nielemisen esofageaalinen vaihe

- Epiglottis laskeutuu henkitorven päälle
- Ruokatorven ylä- ja alasulkijan toiminta, ruokatorven peristalttiset liikkeet (X)



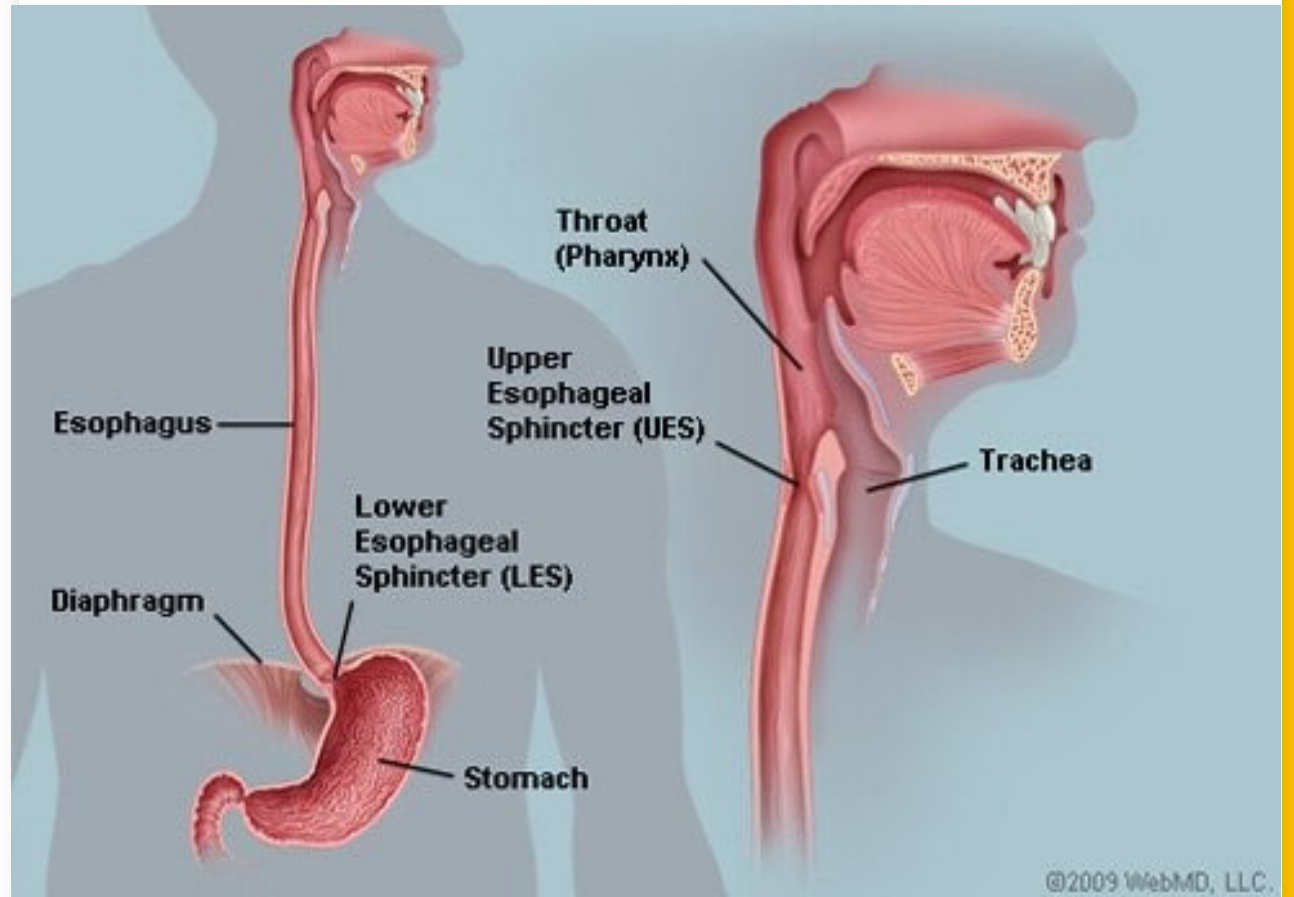
Ruokatorvi

- Ylä- ja alaosassa sulkijalihakset
- Ylempi sulkijalihas (poikkijuovaista lihaskudosta) estää ilman kulkeutumisen ruokatorveen hengityksen aikana



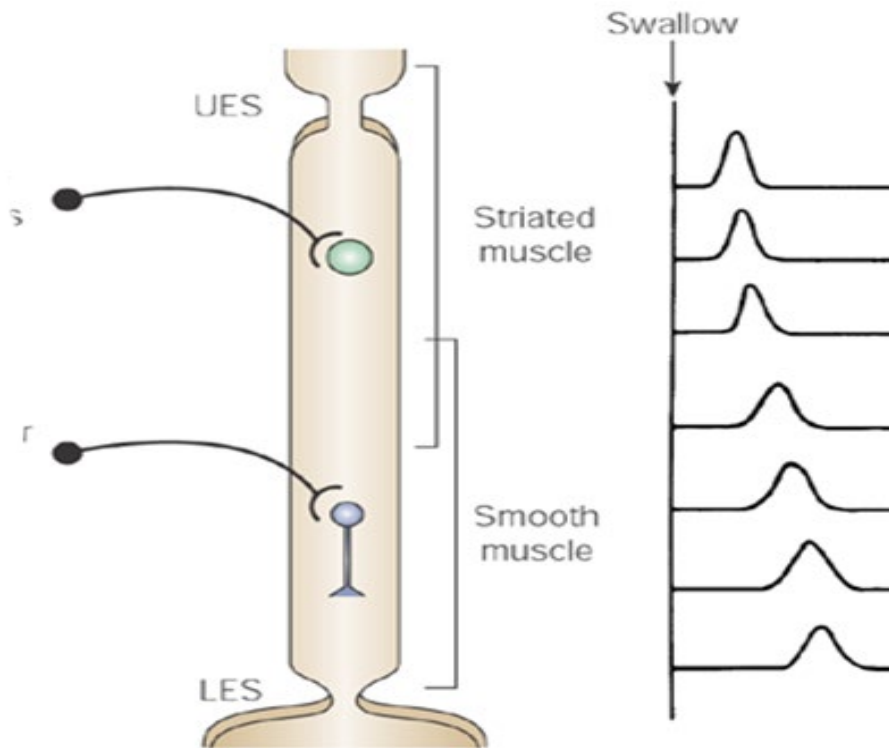
Ruokatorvi

- Alempi ruokatorven sulkijalihas (sileää lihaskudosta) estää happamaa mahan sisältöä nousemasta ruokatorveen

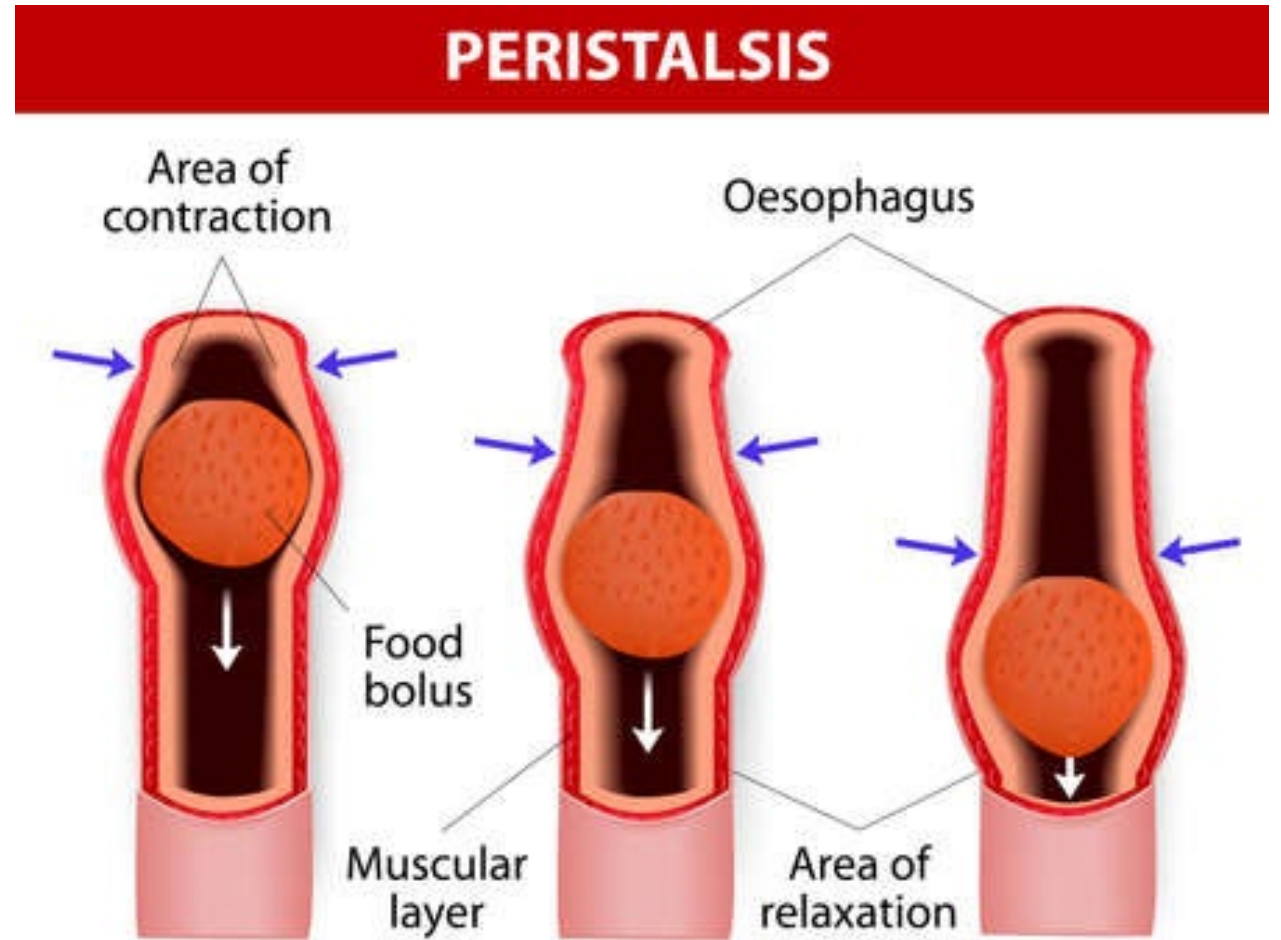


Ruoka kulkee ruokatorvessa peristaltiikan avulla

- Niety aines saavuttaa vatsalaukun 10 s kuluessa



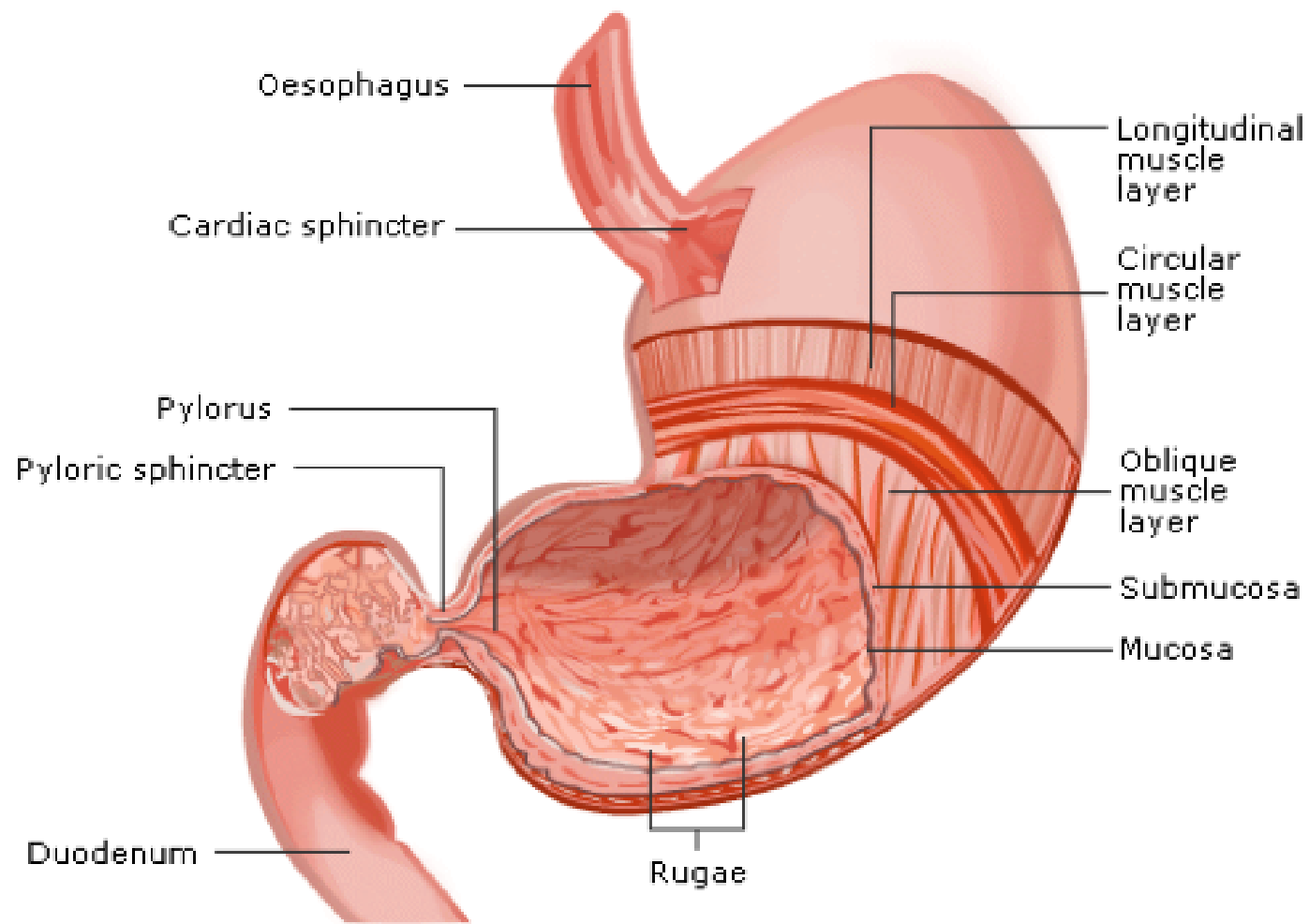
Paterson 2006



<https://www.tasmeemme.com/>

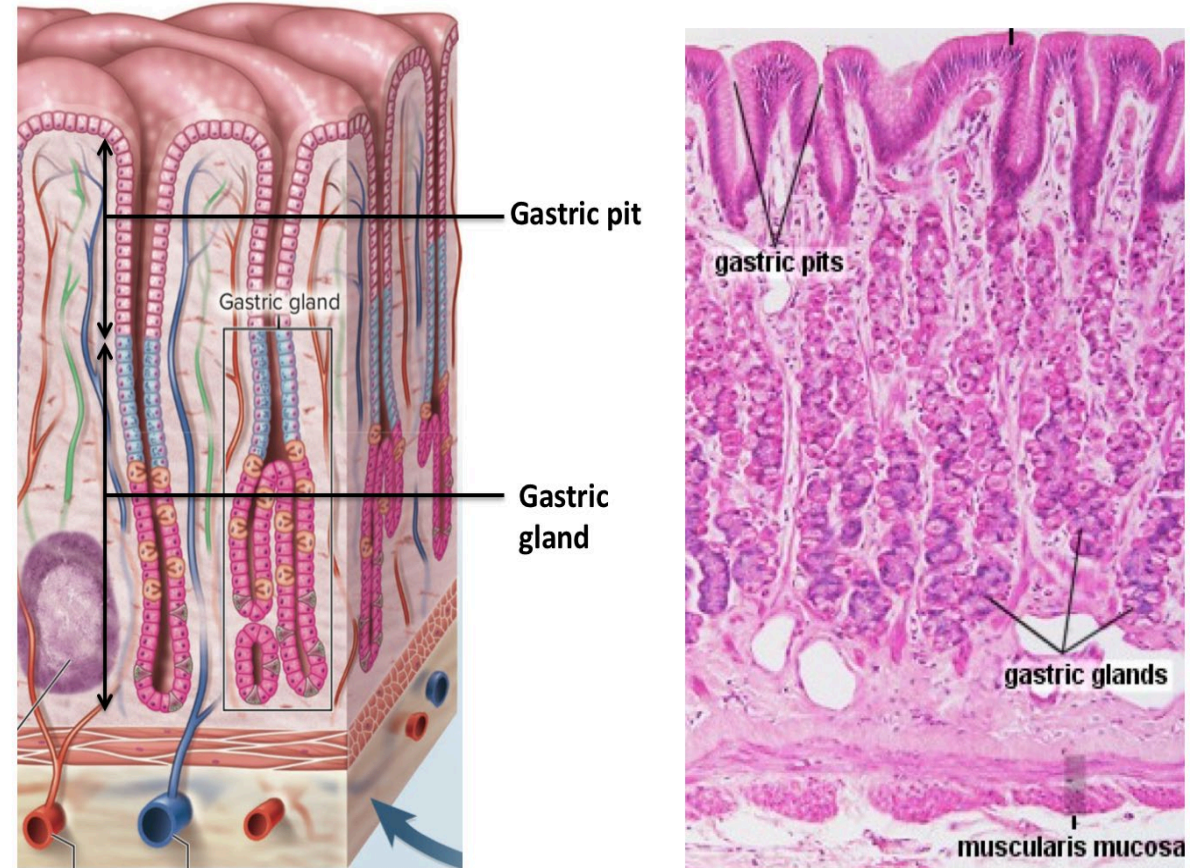
Mahalaukku

- Lihasseinäinen, pussimainen laajentuma
- Ruuan varasto- ja eskäsittelypaikka
- Ruoka viipyy n. 3-4 h
- Pitkittäinen, poikittainen ja vino sileälihaskerros mahdollistavat tehokkaat liikkeet kaikissa suunnissa



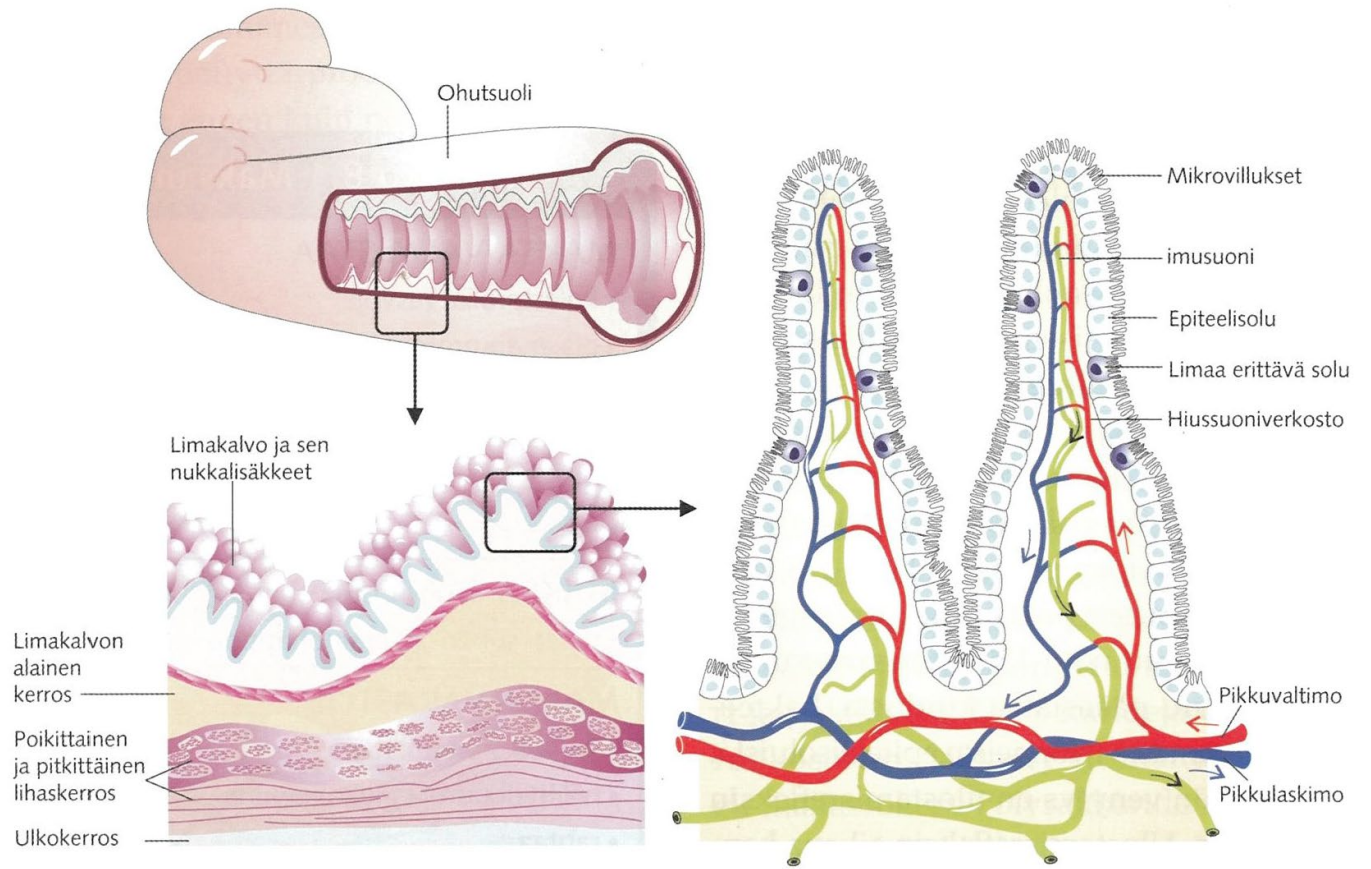
Maharauhaset

- Mahalaukun limakalvo on yksikerroksista lieriöepiteeliä
- Limakalvon poimujen pohjalla on maharauhasia, jotka erittävät mahanestettä 2-3 l/vrk
- Mahaneste = pepsiniä, suolahappoa, limaa, sisäistä tekijää
- Pepsini pilkkoo proteiineja
- Sisäinen tekijä välttämätön B12-vitamiinin imeytymiselle
- Autonomisen hermoston hermottama

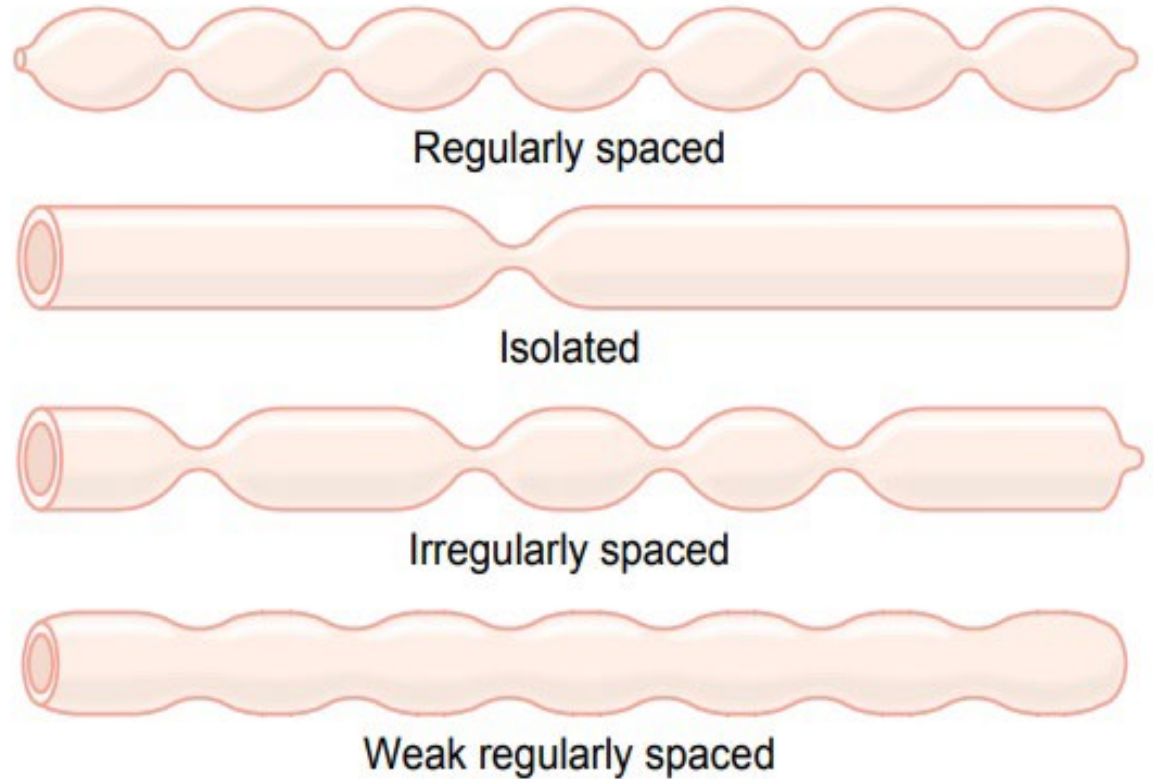


Ohutsuoli

- Liikkuva, sileälihasseinäinen putki
- N. 3-5 m pitkä, mutta poimuttumisen ansiosta imeytispinta-alaa n. 300 m²
- Alkuosana pohjukaissuoli, johon maksan tuottama sappineste ja haimaneste tyhjäntyvät
- Suolinesteessä maltaasi-, sakkaraasi- ja laktaasi-entsyymejä



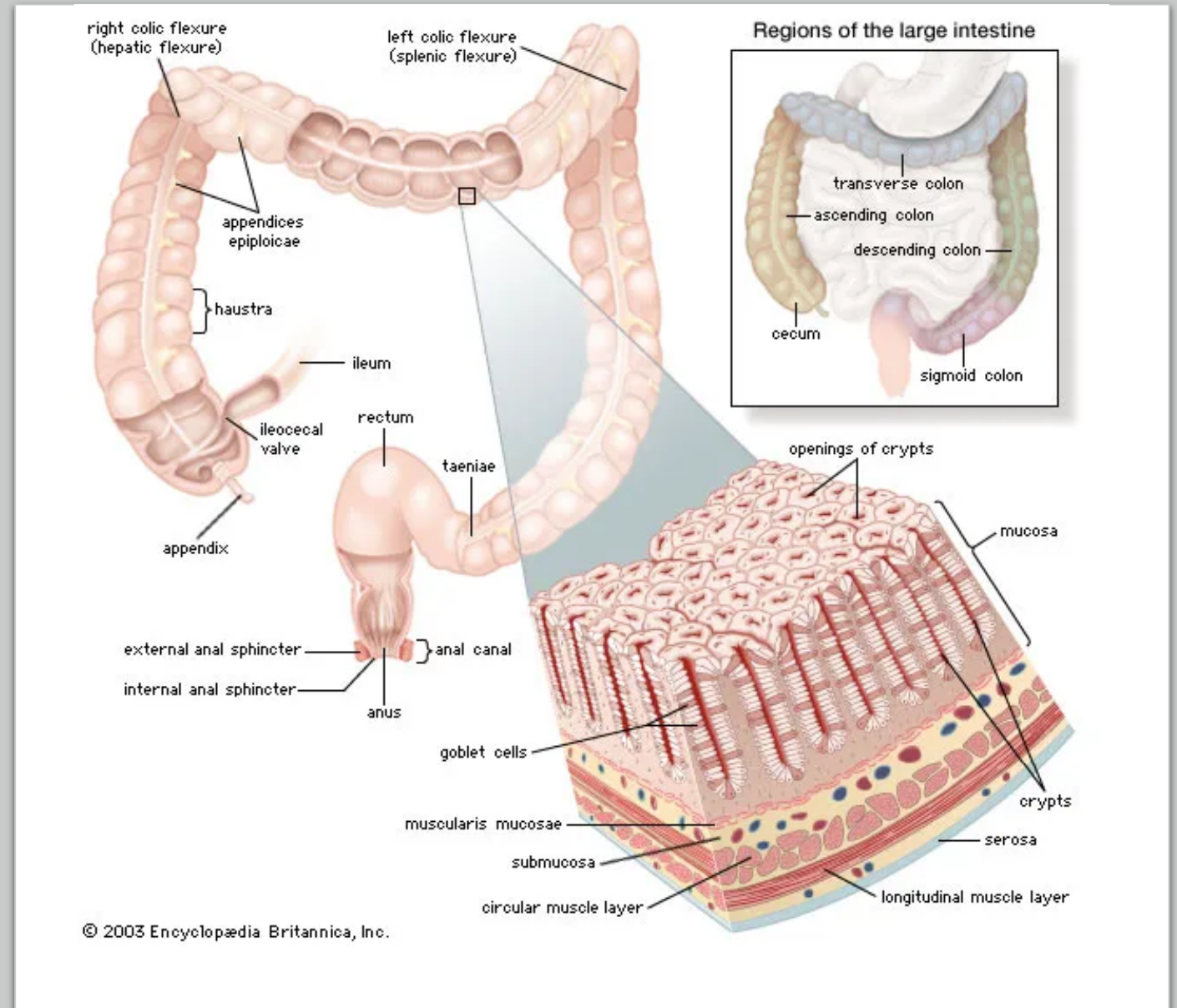
- Segmentaatiot ohut- ja paksusuolella mahdollistavat ruuan tehokkaan sekoittumisen
- Suolen liikkeet aktiivisimmillaan yöllä



Segmentation movements of the small intestine.

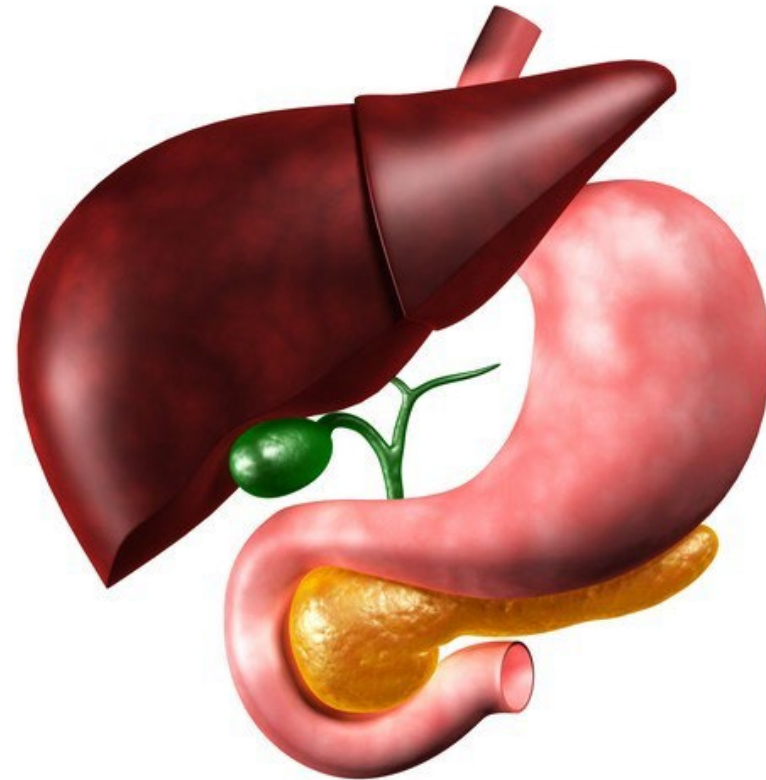
Paksusuoli

- Umpisuoli, koolon, peräsuoli
- Paksusuoli kiinteyttää imeytymätöntä ruokamassaa: paksusuolesta imeytyy vettä takaisin elimistöön
- Ulostemassa 2-3 vrk paksusuolella



Maksa

- Elimistön suurin rauhanen, 1-1.4 kg
- Osittain kylkiluiden suojassa
- Hauras koostumukseltaan (vain vähän sidekudosta)
- Tuottaa sappinestettä, jota tarvitaan ohutsuolessa rasvojen pilkkomiseen
- Sappineste varastoituu sappirakkoon ja ohjautuu ruokailun jälkeen pohjukaissuoleen



MAKSA VALMISTAA

Sappinestettä , joka osallistuu rasvojen pilkkomiseen ohutsuolessa
Plasman proteiineja (esim.. albumiini, fibrinogeeni, protrombiini)
Kolesterolia ja rasvoja
Glukoosia maksaan varastoituneesta glykogeenistä
Aminohappojen hajoamistuote ammoniakista (NH₃) ureaa

MAKSA SÄÄTELEE

Veren sokeri- ja aminohappopitoisuuksia

MAKSA VARASTOI

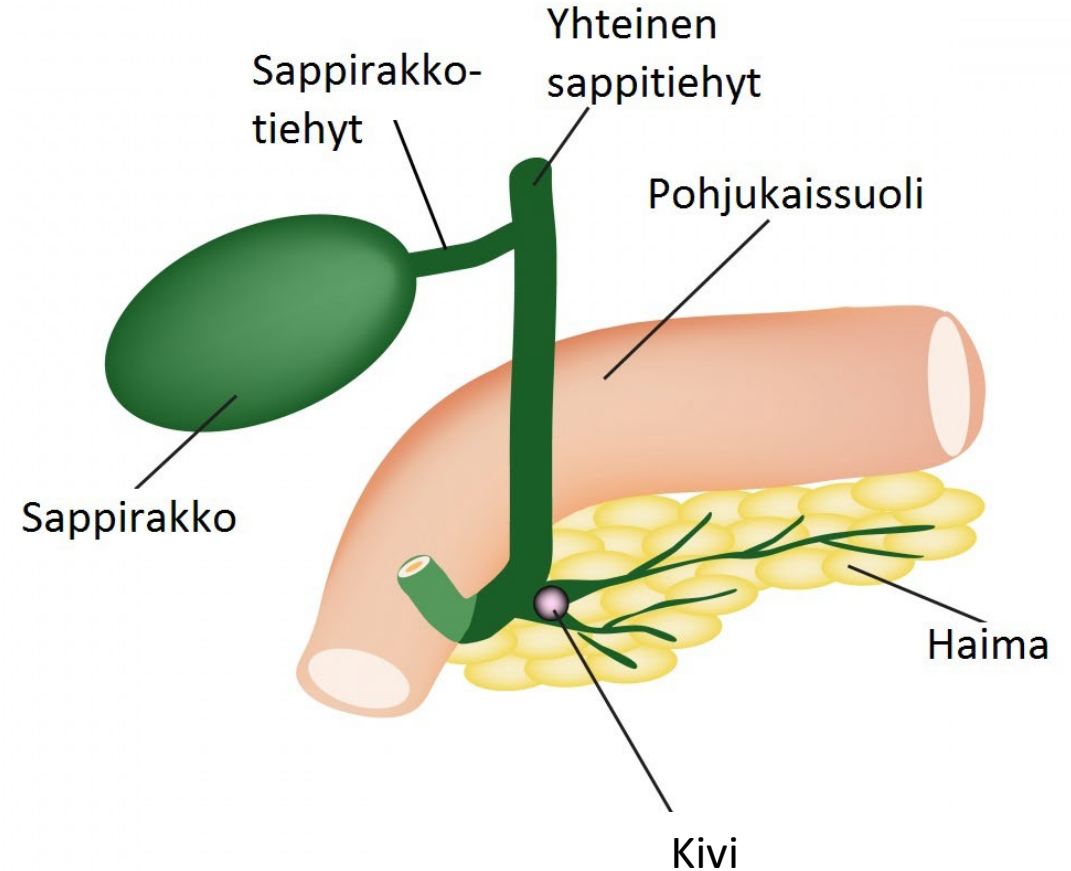
A-, B12-, D-, E -ja K-vitamiineja
Rautaa, kuparia
Glykogeeniä

MAKSA HAJOTTAA

Myrkyllisiä aineita (esim. alkoholia)
Hormoneja (kipirauhashormonit, estrogeeni, aldosteroni)
Lääkkeitä
Punasoluja, joiden hajoamistuote bilirubiini värjää sapen keltaiseksi
Bakteereja fagosytoosin avulla

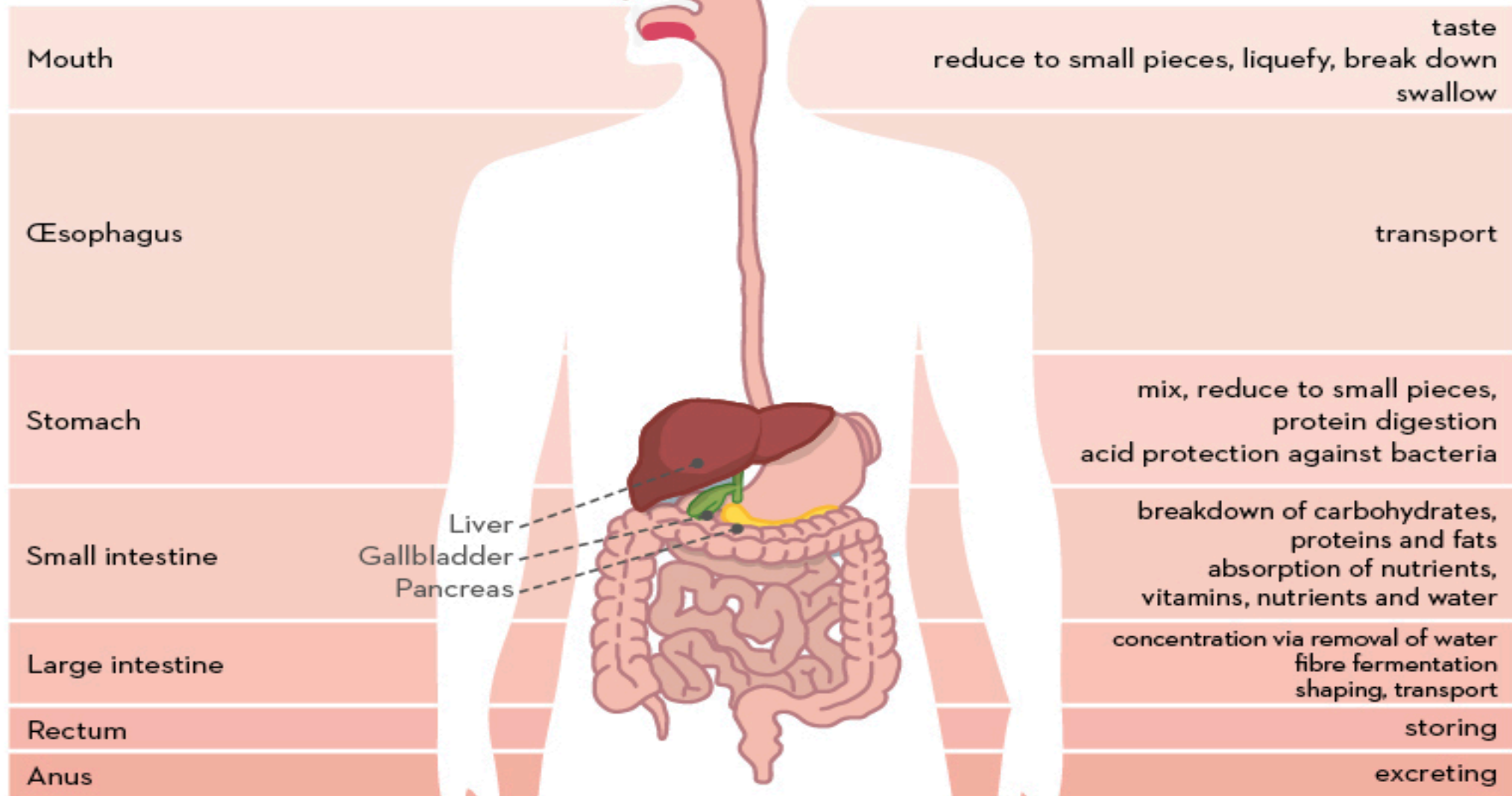
Haima

- N. 100 g
- Avoeritteinen ja umpieritteinen osa
- Avoeritteisessä osassa muodostuu haimaneste, joka kulkeutuu haimatiehyttä pitkin ohutsuoleen
- Haimanesteen trypsiini ja kymotrypsiini pilkkovat proteiineja, lipaasi rasvoja ja amylaasi tärkkelystä
- Erittyvät inaktiivisessa muodossa ja aktivoituvat vasta ohutsuolessa



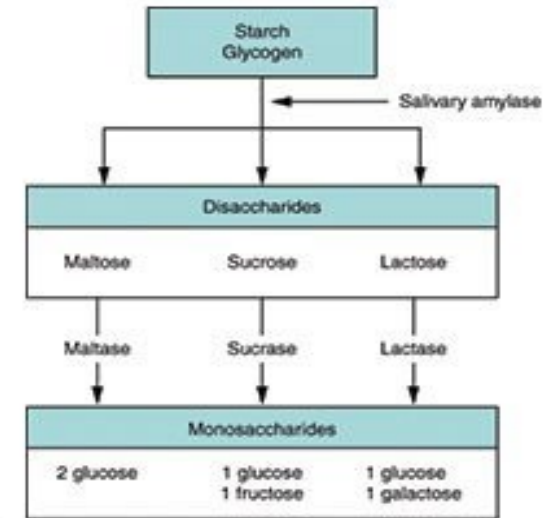
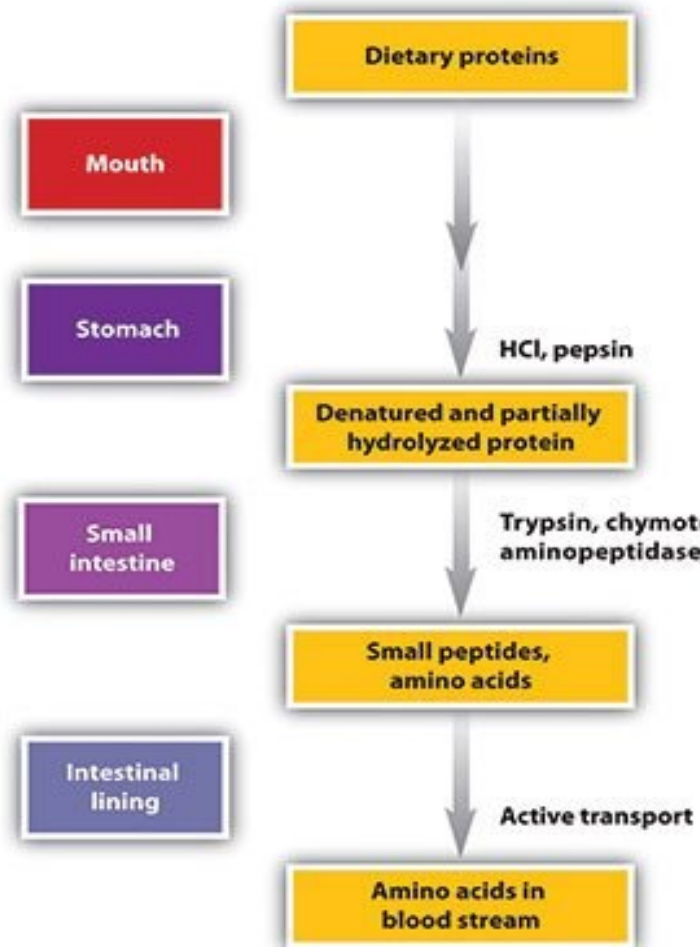
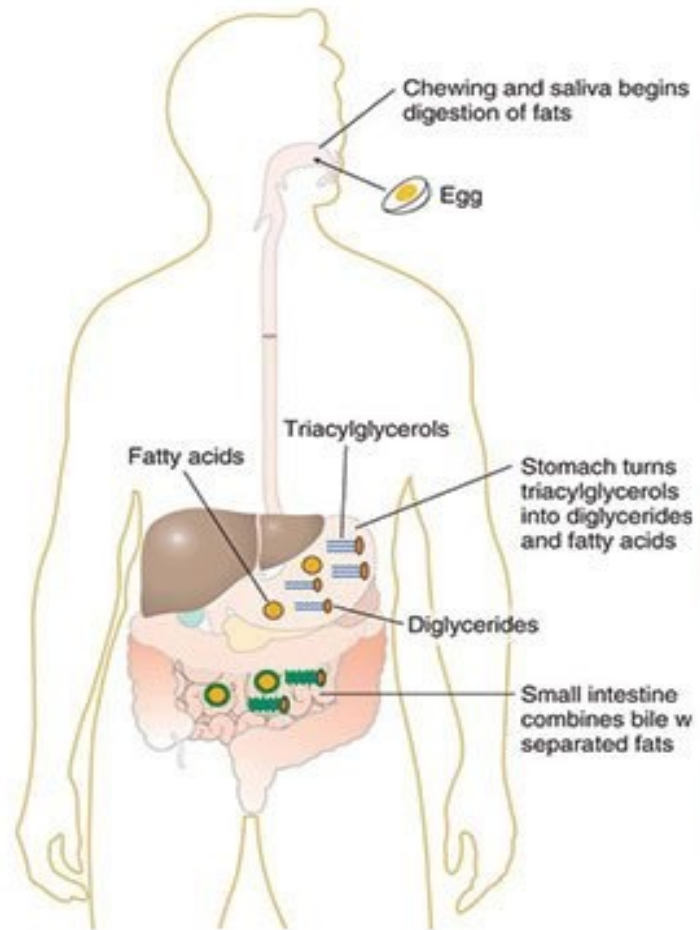
DIGESTIVE ORGANS

AND THEIR FUNCTION



Ravintoaineiden imeytyminen

Rasvat, proteiinit ja hiilihydraatit



Digestion and Absorption of Carbohydrates, Proteins and Fats

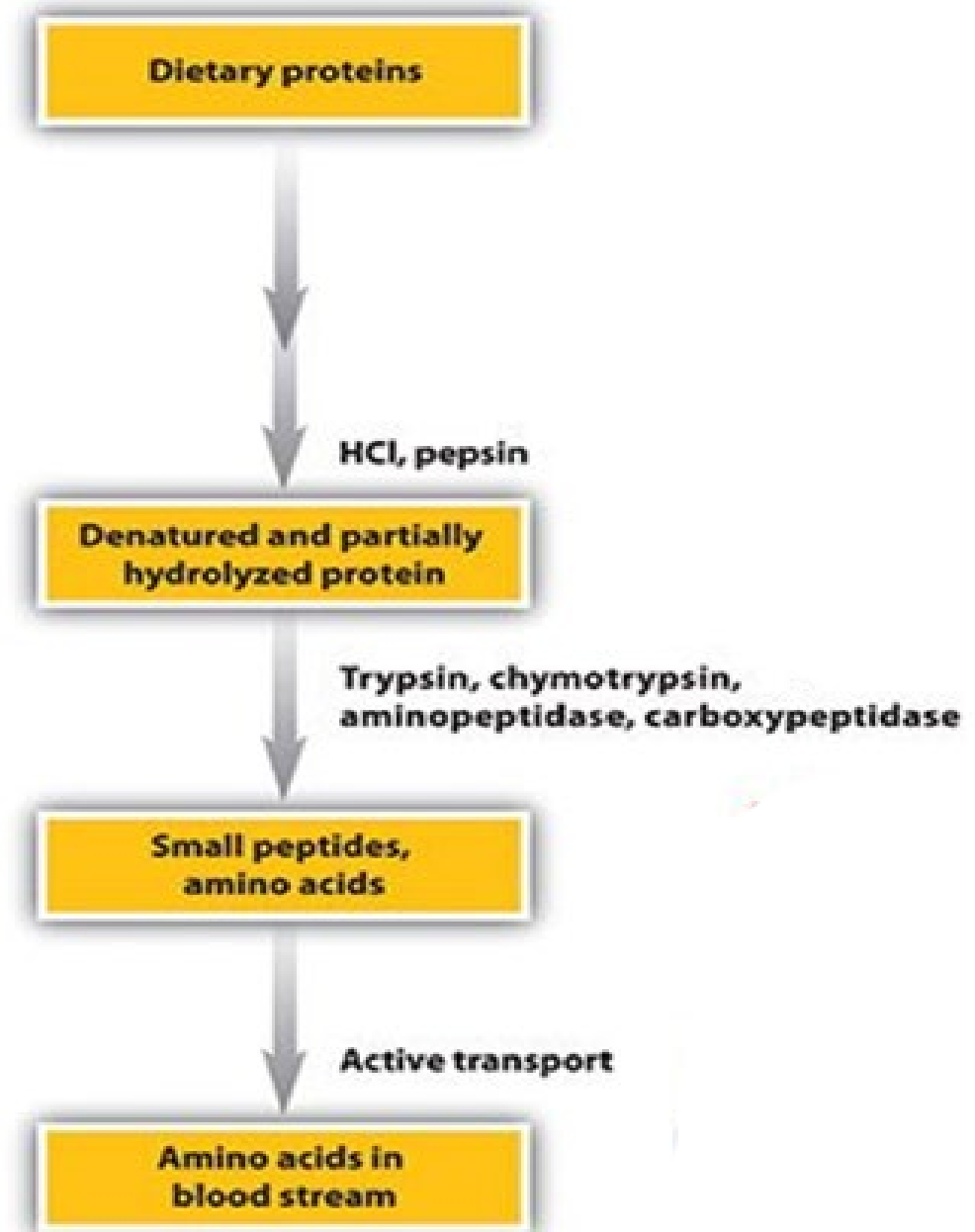
Hiilihydraatit

- Monosakkaridit: **glukoosi**, fruktoosi, galaktoosi
- Disakkarit: sakkaroosi eli ruokosokeri, laktoosi ja malto
- Polysakkaridit: **glykogeeni**, tärkkelys, ravintokuidut
- Hajoaminen: syljessä ja haimanesteessä on amylaasientsyymiä, ohutsuolessa sakkaraasi-, maltaasi- ja laktaasientsyymejä



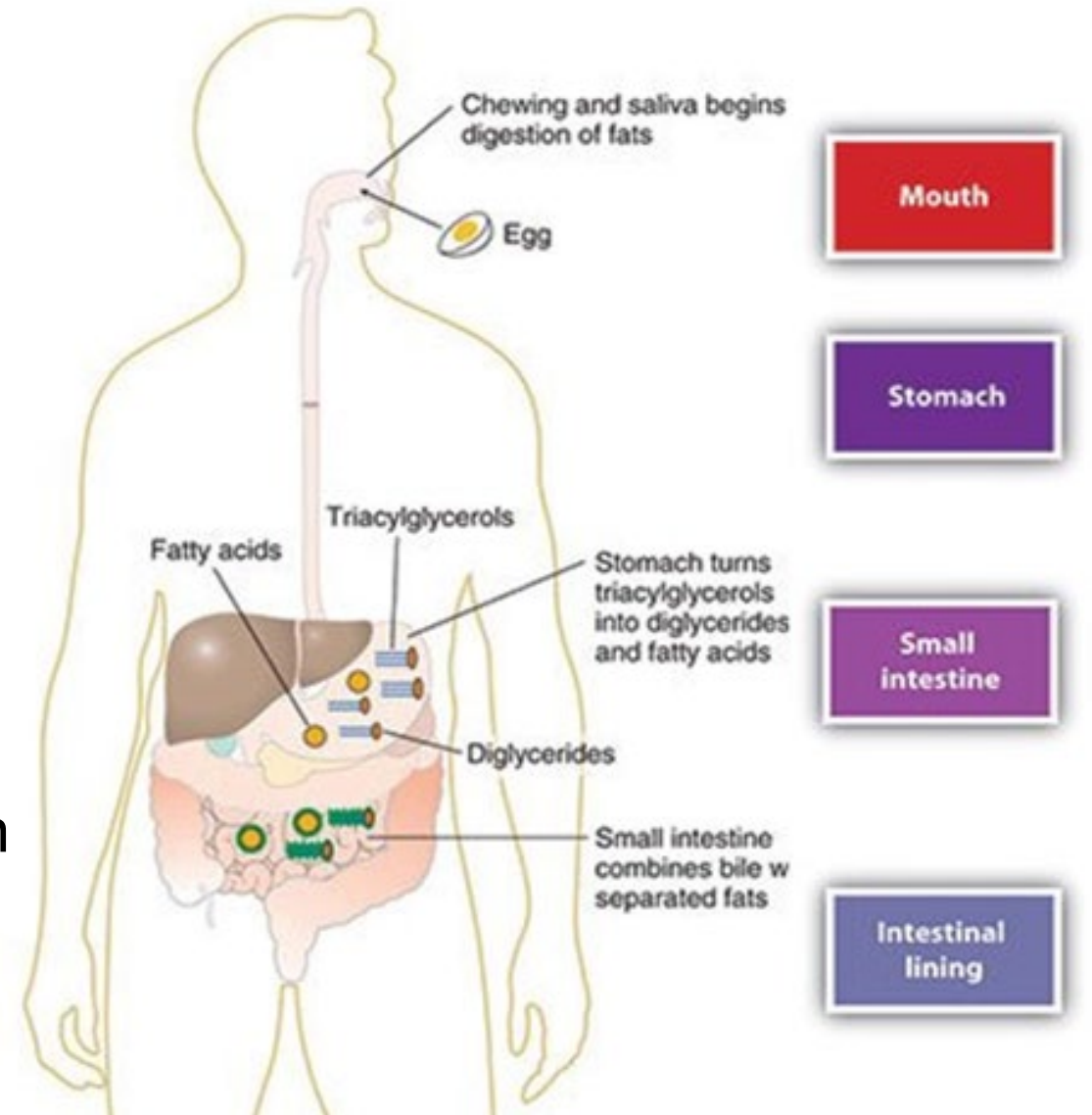
Proteiinit

- Mahanesteen pepsiini, haimanesteen trypiini ja kymotrypsiini, ohutsuolen peptidaasit hajottavat
- Hajoavat amonihapoiksi ja pieniksi peptidiketjuiksi
- Maksassa osa aminohaposta muutetaan edelleen rasvahapoiksi (lipogeneesi), sokeriksi (glukoneogeneesi) ja ketoaineiksi
- Osa aminohaposta käytetään uusien proteiinien synteesiin



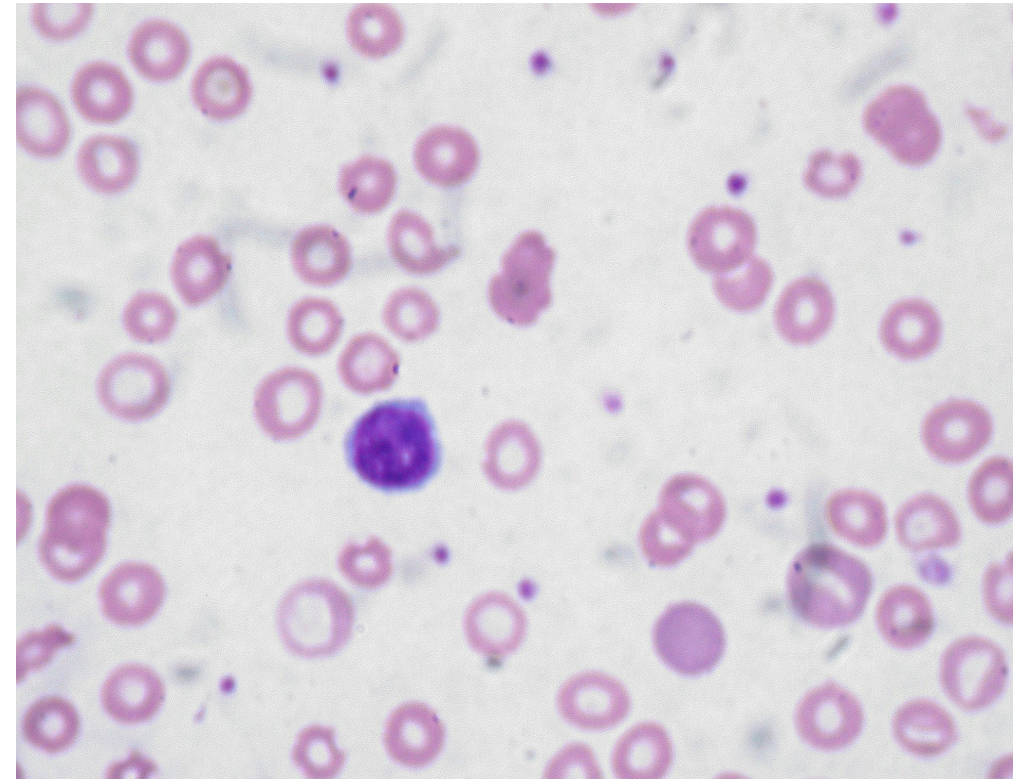
Rasvat

- Suurin osa triglyseridejä, jotka lipaasientsyymi pilkkoo rasvahapoiksi ja monoglyserideiksi
- Syljessä, mahanesteessä ja haimanesteessä lipaasia
- Suurin osa pilkkoutumisesta tapahtuu ohutsuolessa haiman lipaasin vaikutuksesta
- Edeltävästi sappineste hajottaa rasvat pieniksi rasvapisaroiksi (emulsifiointi)
- 95% rasvoista diffundoituu takaisin ohutsuolesta: välttämättömiä rasvaliukoisten vitamiinien imeytymiselle
- Pitkäketjuiset rasvahapot siirtyvät kylomikroneina imusuonten kautta verenkiertoon

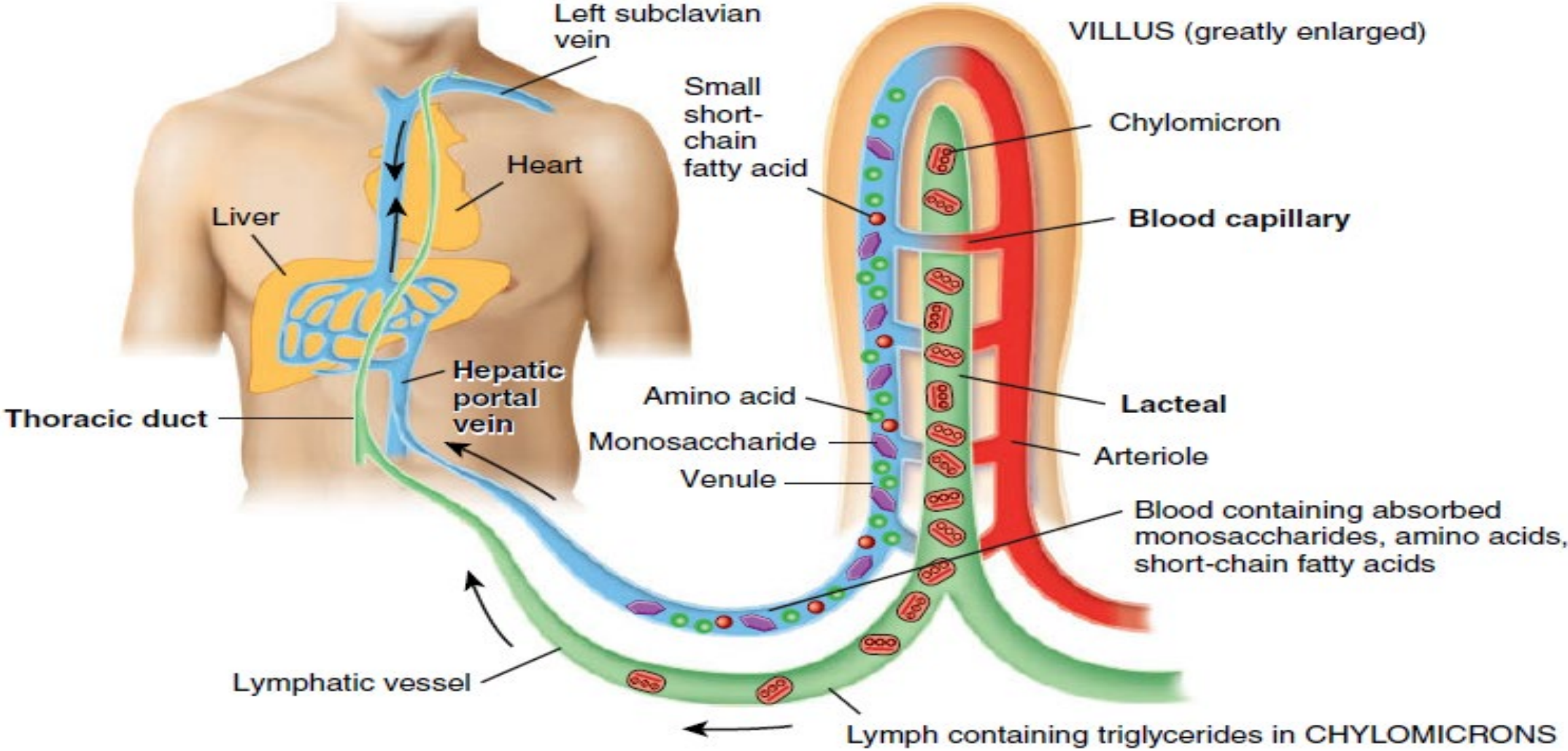


Vitamiinit ja kivennäisaineet (Na, K, Ca, Fe)

- Elimistölle välttämättömiä, mutta tarvitaan vain pieniä määriä
- Toimivat monien entsyymien aineosina ja säätelevät hormonitoimintaa
- Vaikuttavat kudosten kasvuun, ylläitoon ja korjaukseen
- **Rauta** välttämätön O₂ ja CO₂-kuljetuksessa ja monien entsyymien aktivoimisessa
- Vain 10% ravinnon raudasta imeytyy; C-vitamiini edistää imeytymistä
- Raudanpuuteanemia



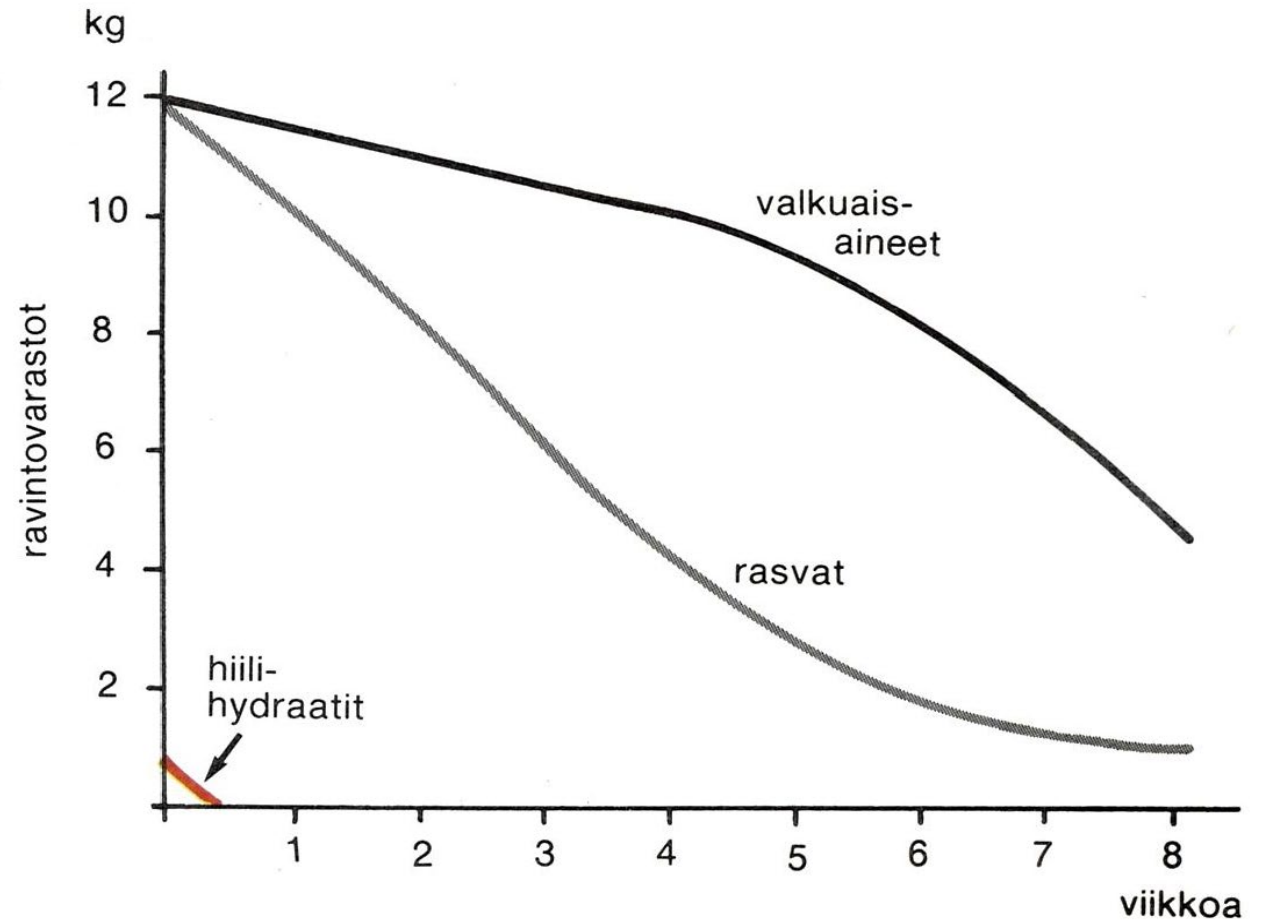
Ravintoaineet verenkierrassa



(b) Movement of absorbed nutrients into blood and lymph

Energiatasapaino

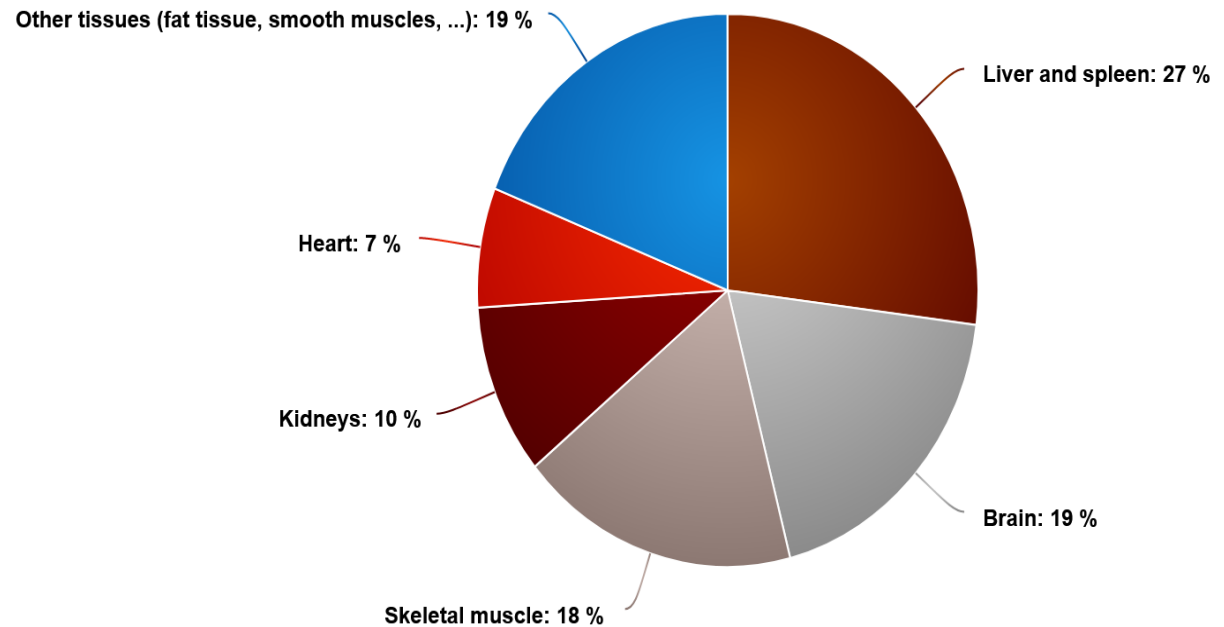
- Hiilihydraatit kulkevat lähinnä glukoosina
- rasva-aineet kulkevat vapaina rasvahappoina, lipoproteiineina (mm. kolesteroli), kylomikroneina
- Proteiinimolekyylien (albumiini, fibrinogeeni, globuliinit) lisäksi verenkierrassa aminohappoja, glykoproteiineja ja lipoproteiineja



Energiantarve ja nälän säätely

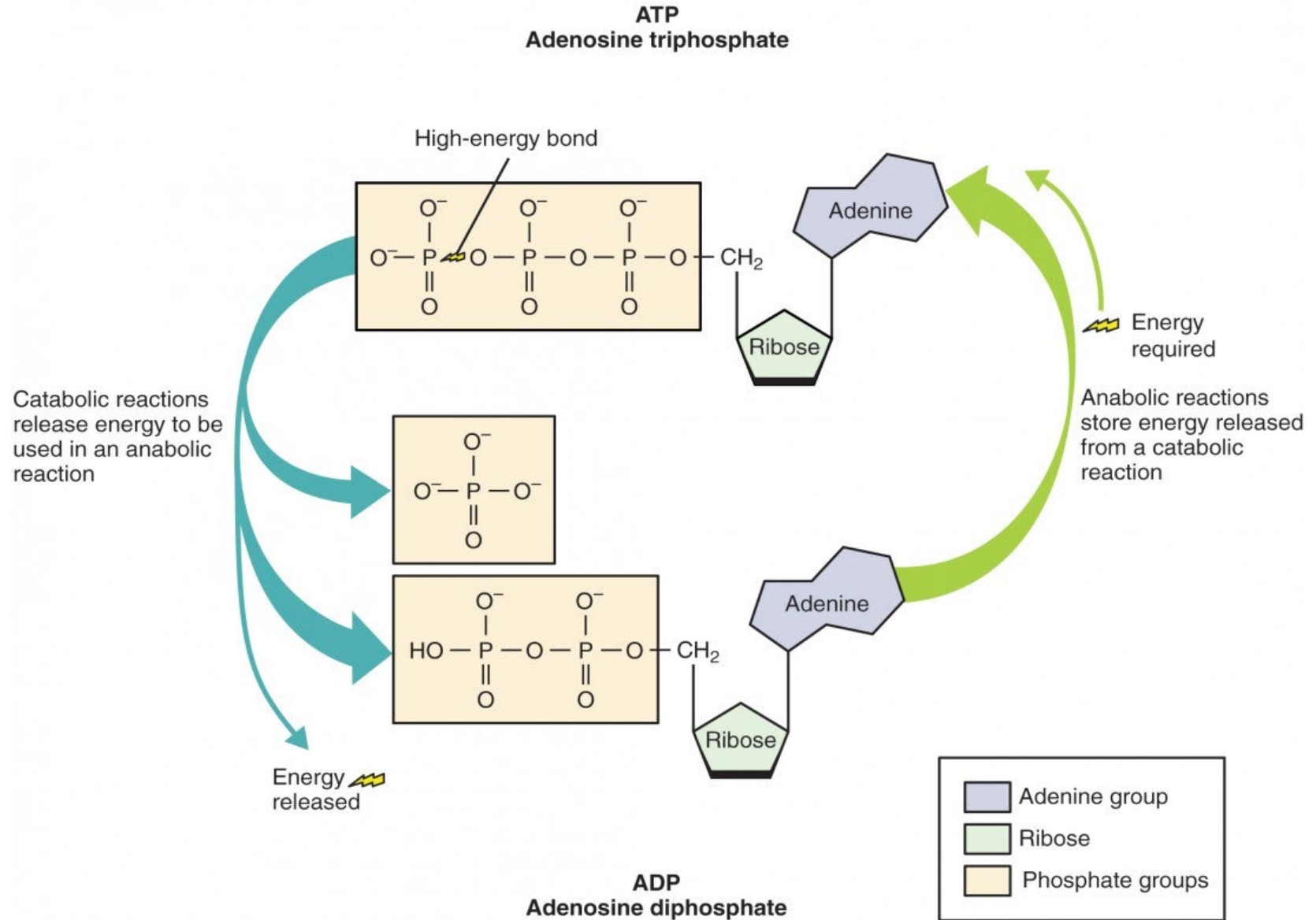
- Perusaineenvaihdunta = solujen aineenvaihdunta ja peruselintoiminnot (ks. kuva)
- Levossa miehillä 4.2 kJ/min, naisilla 3.8 kJ/min
- Vanhuksilla ja lapsilla absoluuttisesti pienempi energiantarve, mutta kokoon nähden suurempi
- Hypotalamuksen nälkäkeskus (aistii erityisesti veren glukoositasoa)

Basal metabolic rate by organ



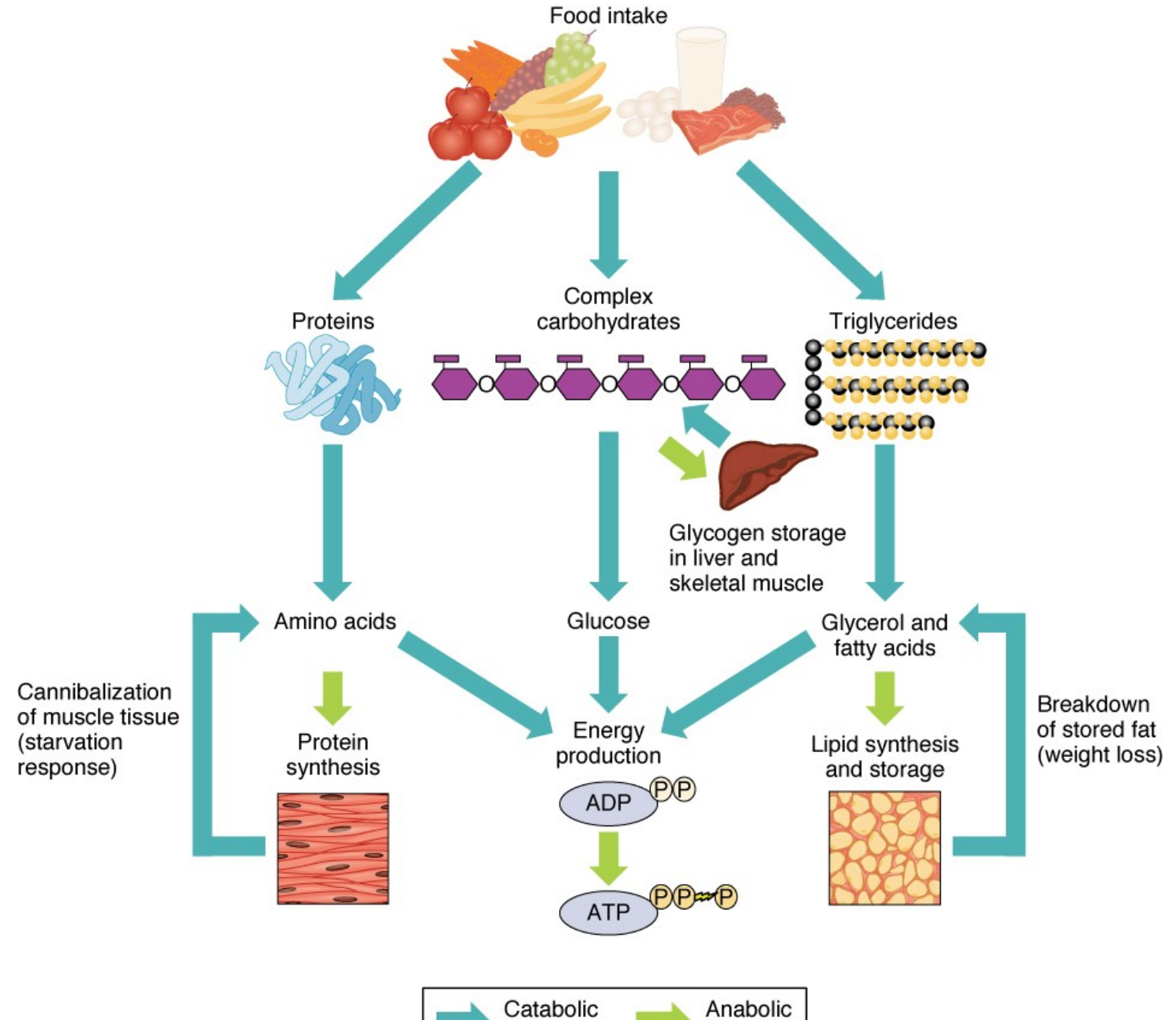
Energia- aineenvaihdunnan perusyksikkö on ATP

- Anabolia ja katabolia
- Yleensä ATP (adenosiinitrifosfaatti) osallistuu reaktioon
- Soluissa on miljardi ATP-molekyyliä, jotka “elävät” muutaman minuutin
- ATP hajoaa ADP:ksi, P:ksi, energiaksi ja lämmöksi



Soluissa tapahtuu rinnakkaisia anabolisia ja katabolisia reaktioita

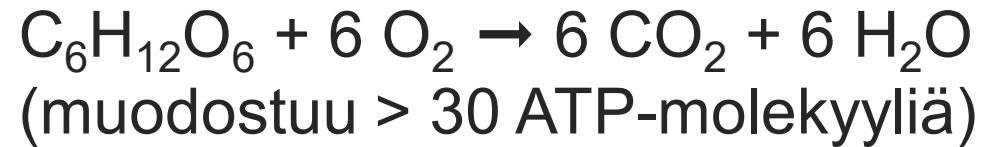
- Kataboliset hormonit: glukagoni, adrenaliini, kortisoli
- Anaboliset hormonit: Kasvuhormoni, insuliini, testosteroni ja estrogeeni



Glukoositasapaino

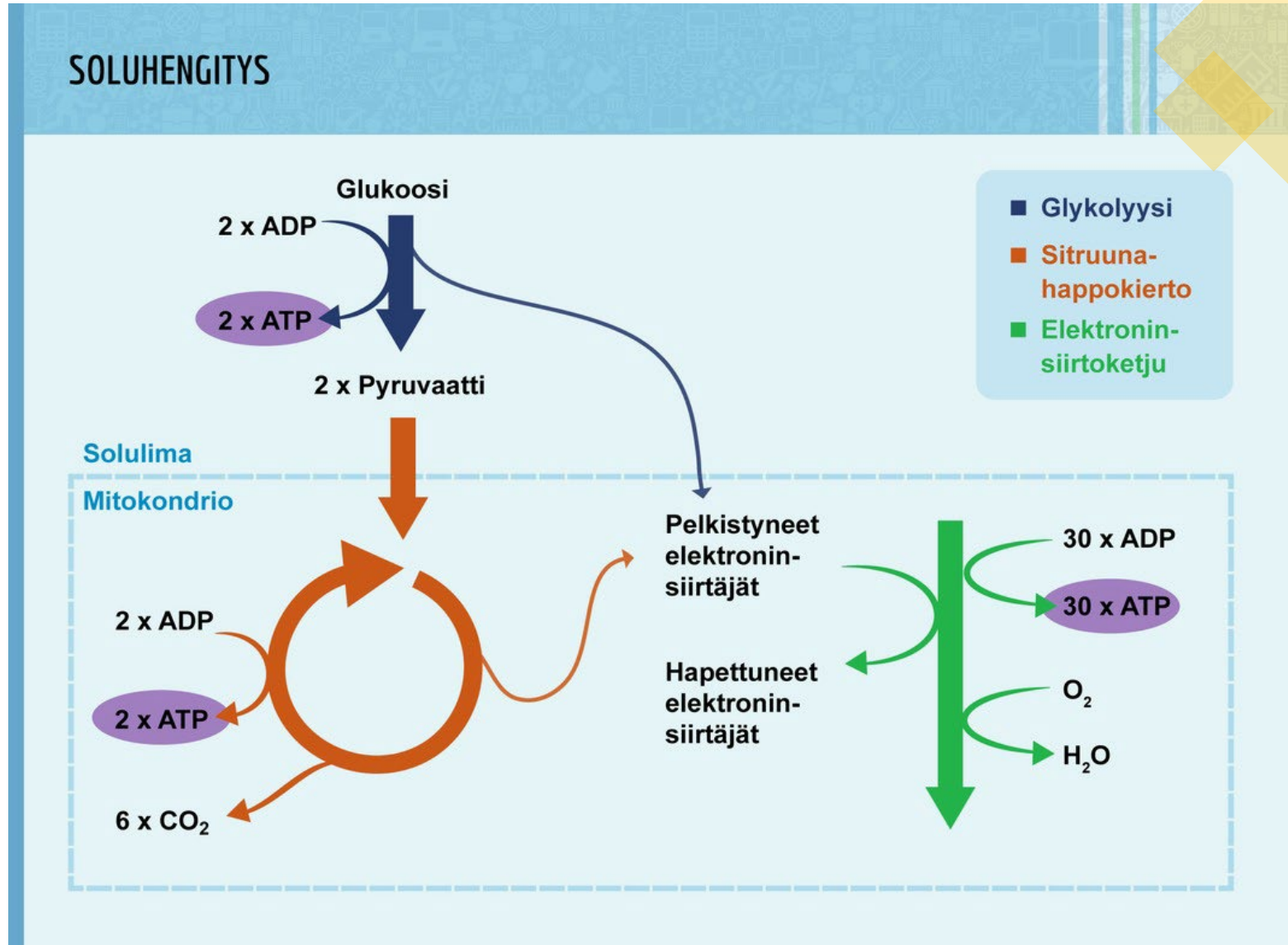
- Glukoosi on tärkein hiilihydraattien siirtymismuoto veressä & hermosolujen ja punasolujen ainoa energialähde
- Glukoosin käyttö
 - ATP:n muodostaminen *soluhengityksessä*

SOLUHENGITYKSEN KAAVA:



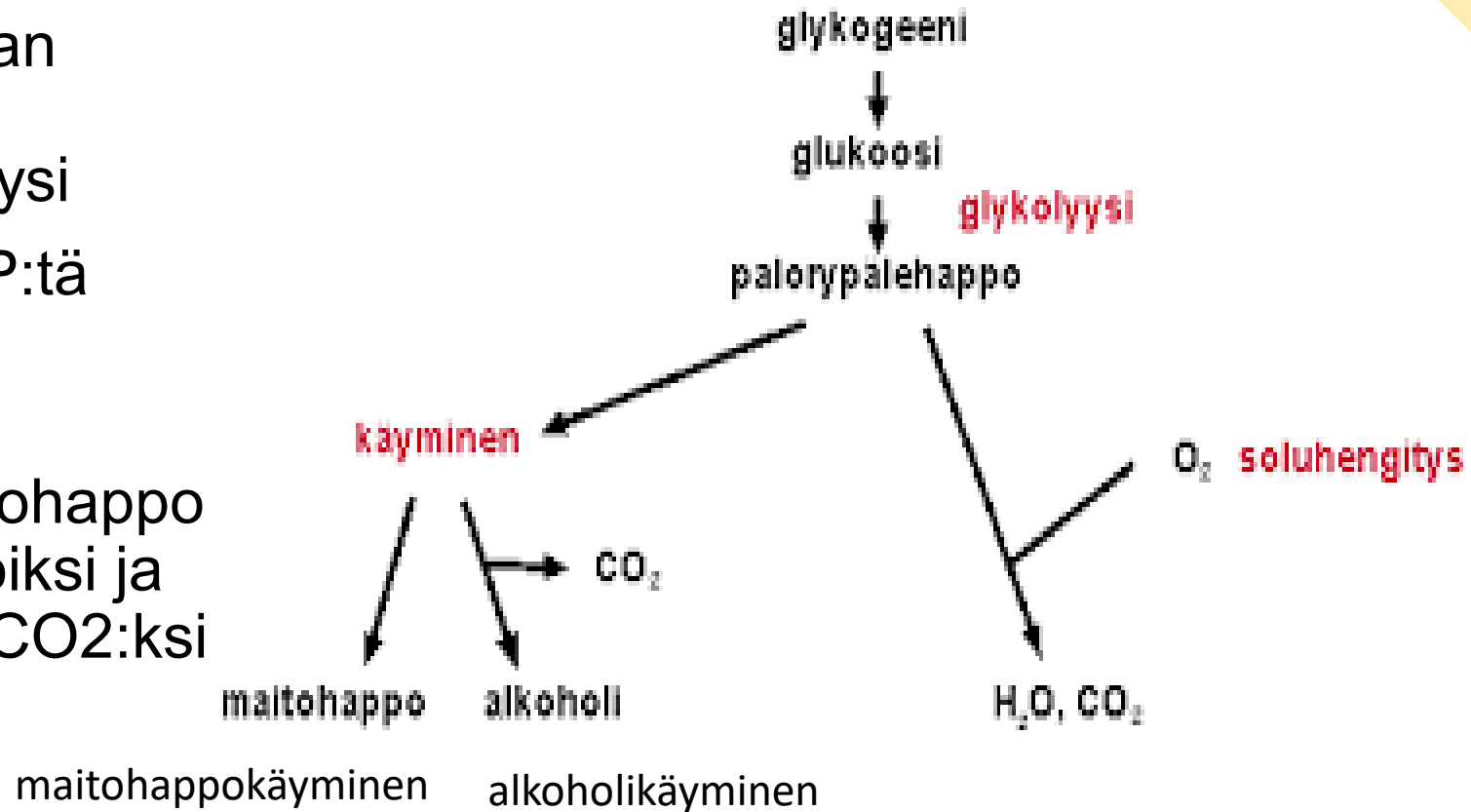
Glukoosinkäyttö

- Soluhengitys:
glykolyysi,
sitruunahappokierto,
elektroninsiirtoketju
- Aminohappojen synteesi
- Glykogeneesi
- Lipogeneesi

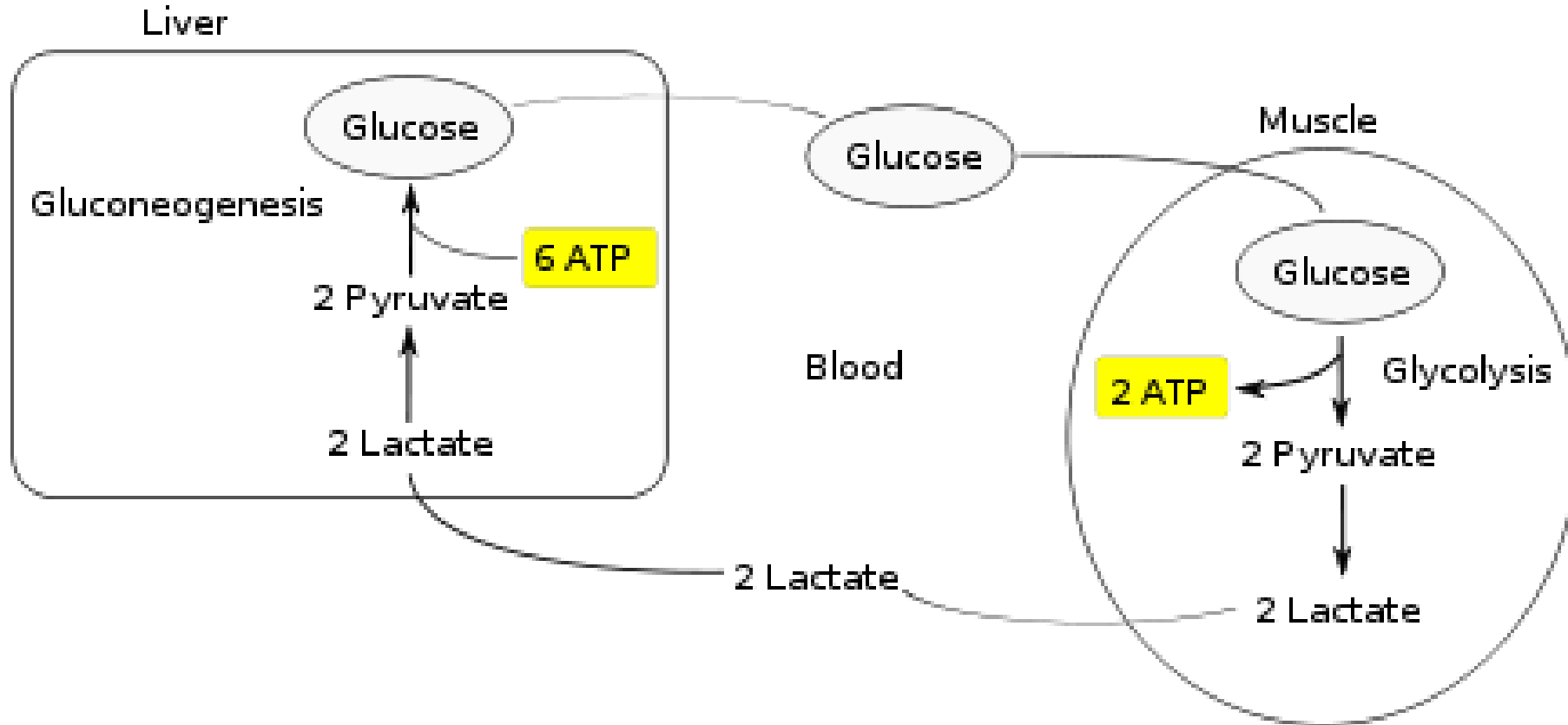


Maitohappokäyminen

- Glukoosi voi pilkkoutua myös ilman happea entsyymien vaikutuksesta maitohapoksi: anaerobinen glykolyysi
- Energeettisesti epäedullinen: ATP:tä syntyy vain murto-osa aerobiseen palamiseen verrattuna
- Happivelan jälkeen syntynyt maitohappo muutetaan takaisin palorypälehapoiksi ja soluhengityksen kautta vedeksi ja CO₂:ksi

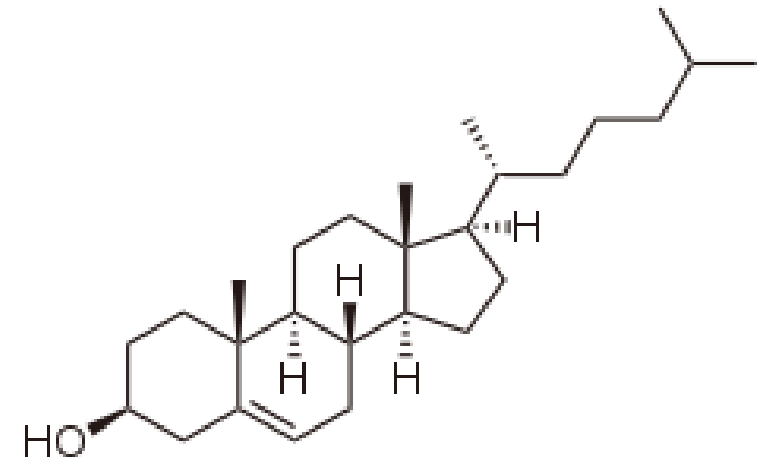
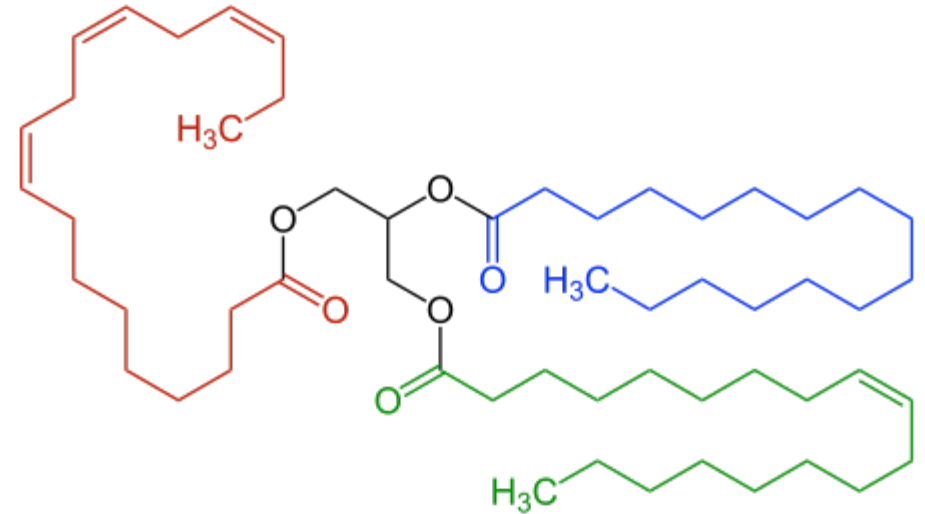


Corin sykli eli maitohappokierto



Rasva-ainetasapaino

- *Triglyseridit* tärkein = glyseroli + 3 rasvahappoa
- *Kolesterolia* esiintyy vain eläinsoluissa ja se on mm. steroidihormonien, solukalvon ja sappisuolojen raaka-aine
- *Fosfolipidit* solukalvoissa
- Rasvaa voi tehdä hiilihydraateista (lipogeneesi) välttämättömiä rasvahappoja lukuunottamatta: *linolihappo*, *alfalinoleenihappo*, *arakinodihappo*

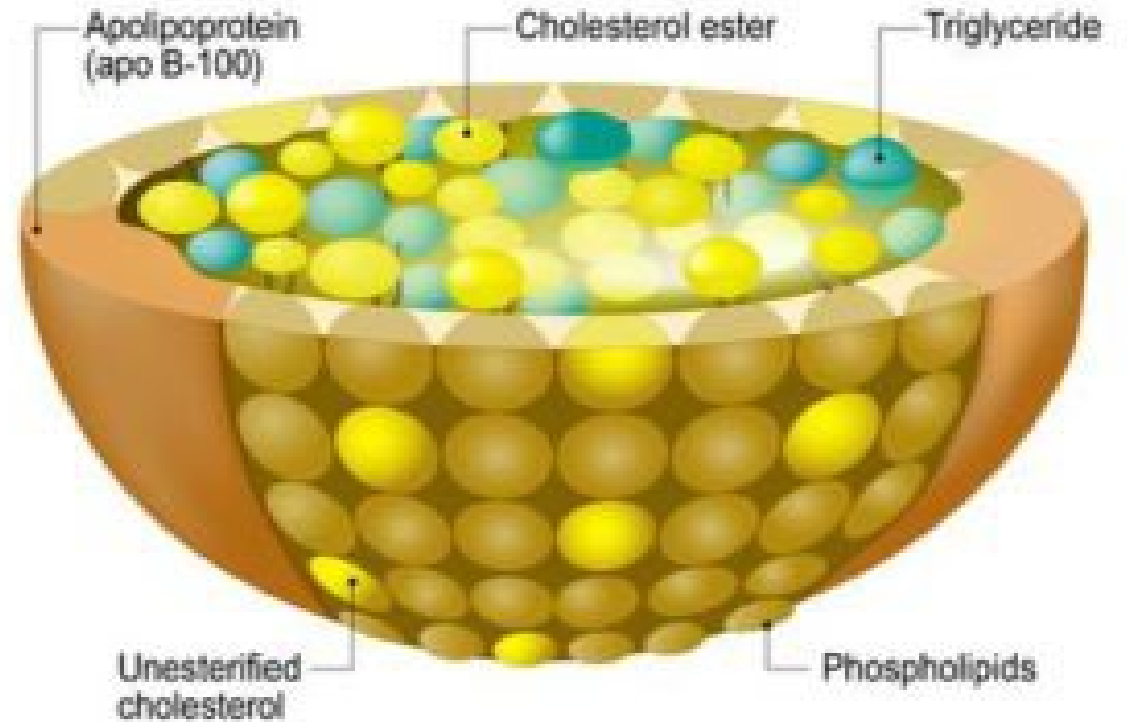


Wikipedia

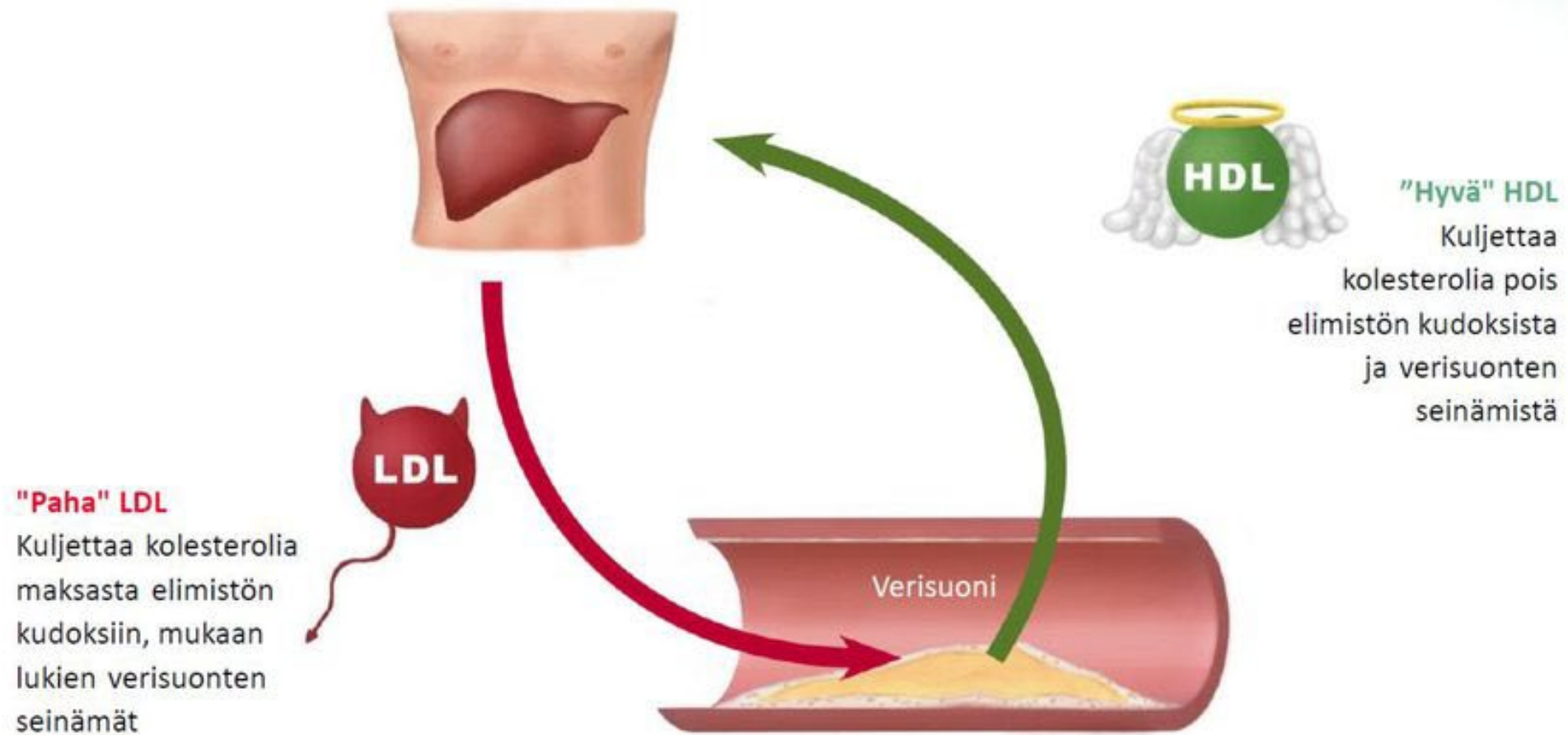
Lipoproteiinit

- Kolesteroli ja triglyseridit eivät liukene veteen → niitä ei voi kuljettaa verenkierrassa sellaisenaan → **lipoproteiinit**
- Lipoproteiineissa on kolesteroli-, triglyseridi-, fosfolipidi- ja proteiini-osa
- Kylomikronit, VLDL, LDL, HDL
- Lipolyysi tärkeä energianlähde paaston aikana

Low-density lipoprotein



Hyvä ja paha kolesteroli



Valkuaisainetasapaino

- Ei varsinaisia aminohappo- tai valkuaisainevarastoja (silti n. 10 kg ihmisestä on proteiineja!)
- Osa käytetään glukoosin uudismuodostukseen
- Proteiinitarve 0.6-1 g/painokilo, lapsilla ja vanhuksilla suurempi
- Ihmisen tarvitsemasta 20 aminohaposta yhdeksää emme pysty tuottamaan (välttämättömät aminohapot)
- Aminohappojen pääsyä soluihin säätelevät erityisesti kasvutekijät ja insuliini



Yhteenveto

