



# Ruuanzulatus

15.3.2022

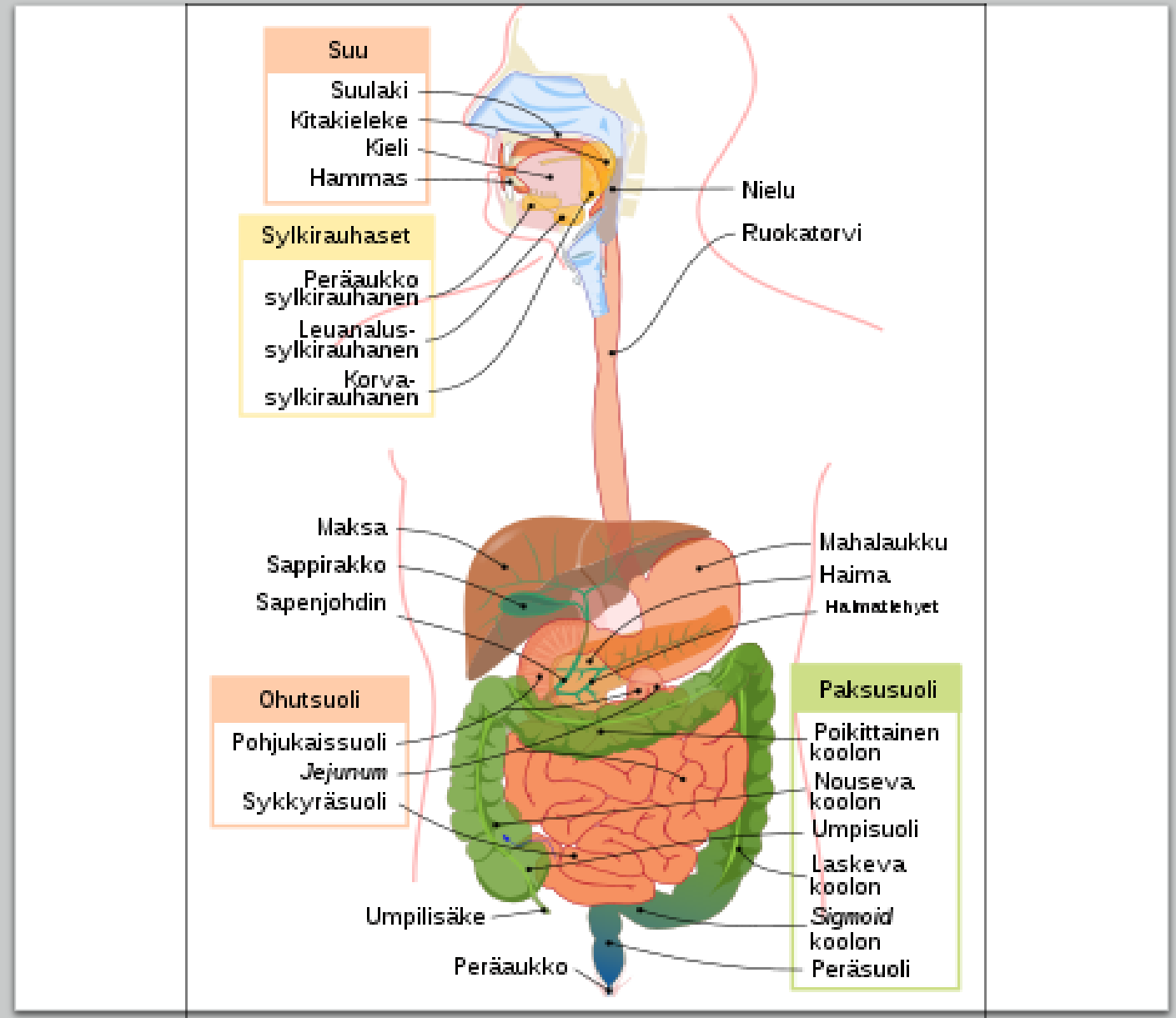


# Oppimistavoitteet

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

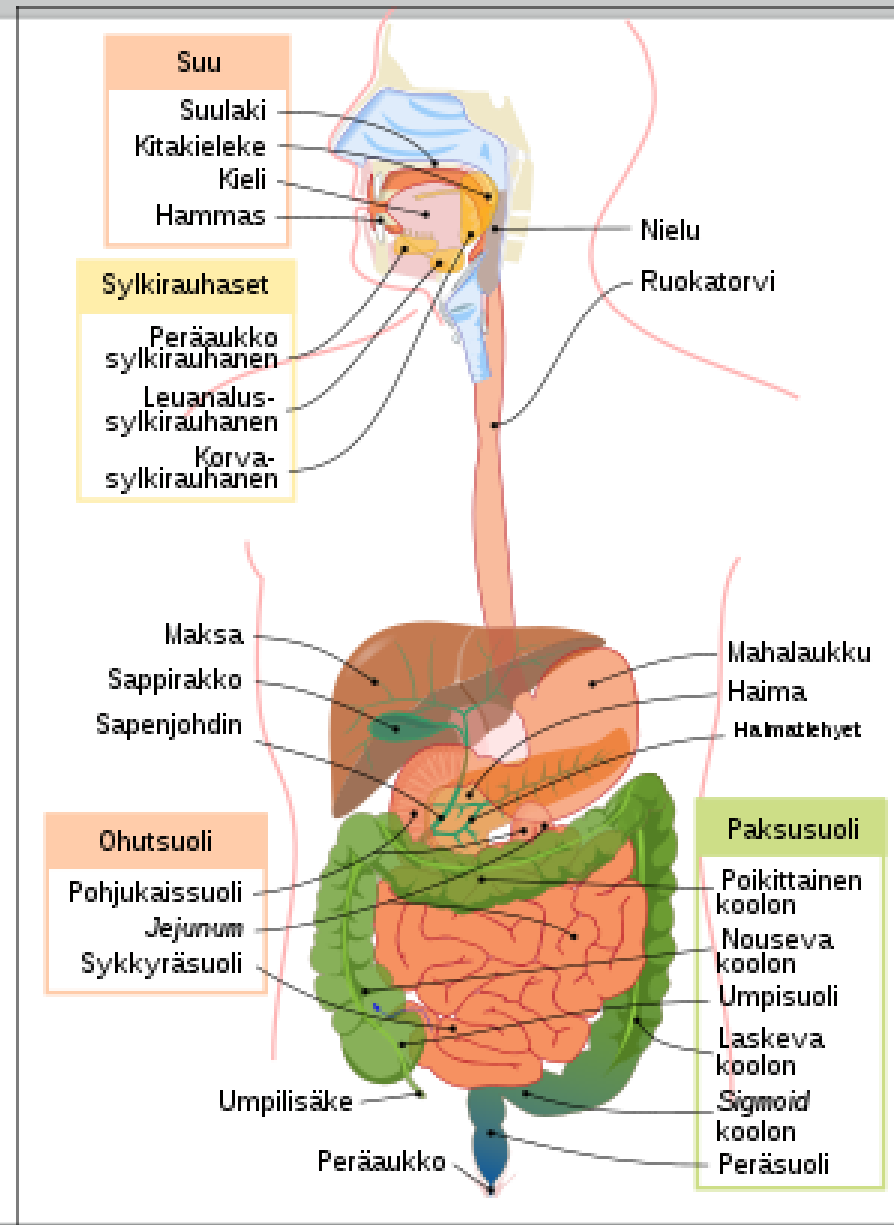
# Ruuansulatuselimistö

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



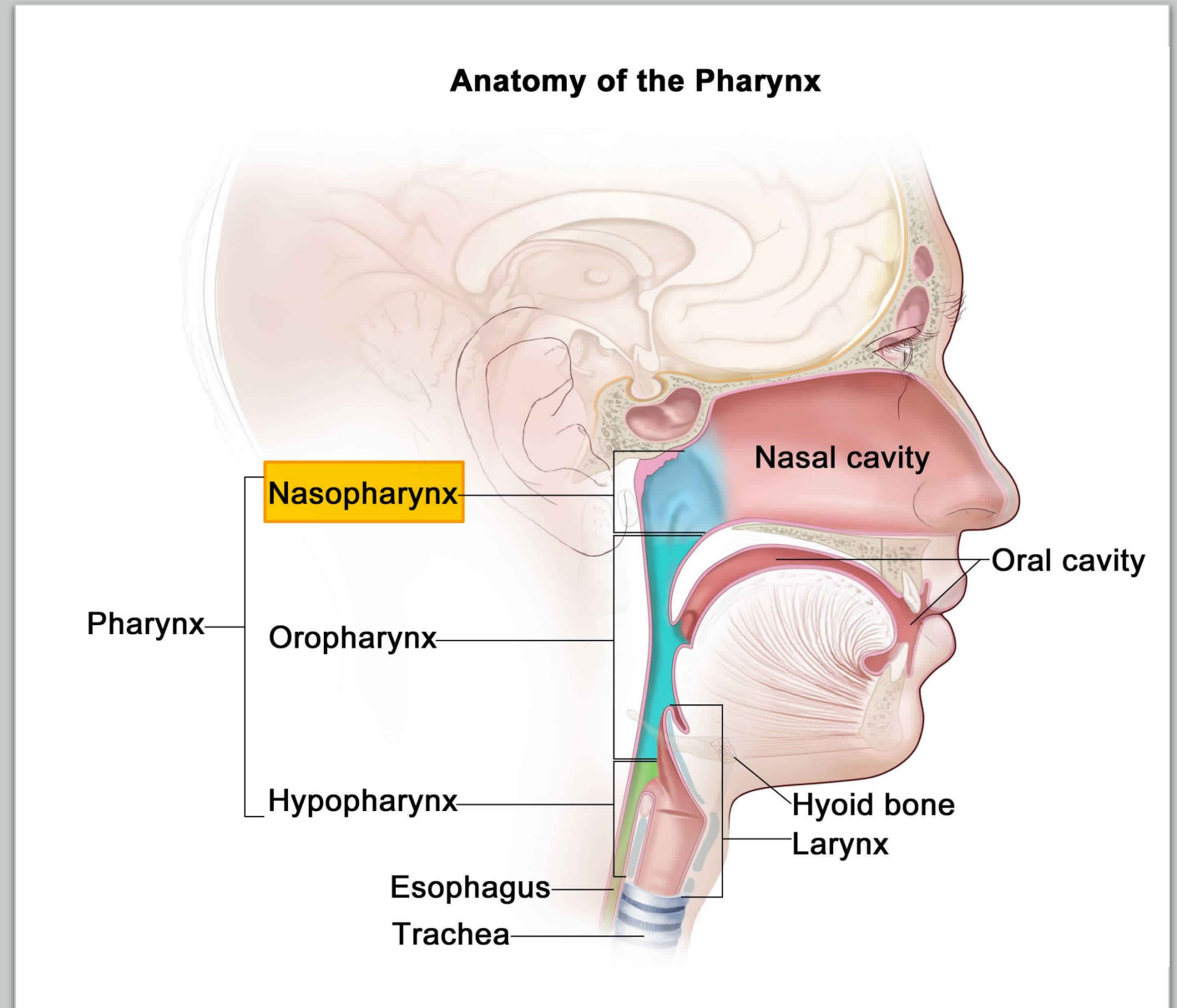
# Suuontelo

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

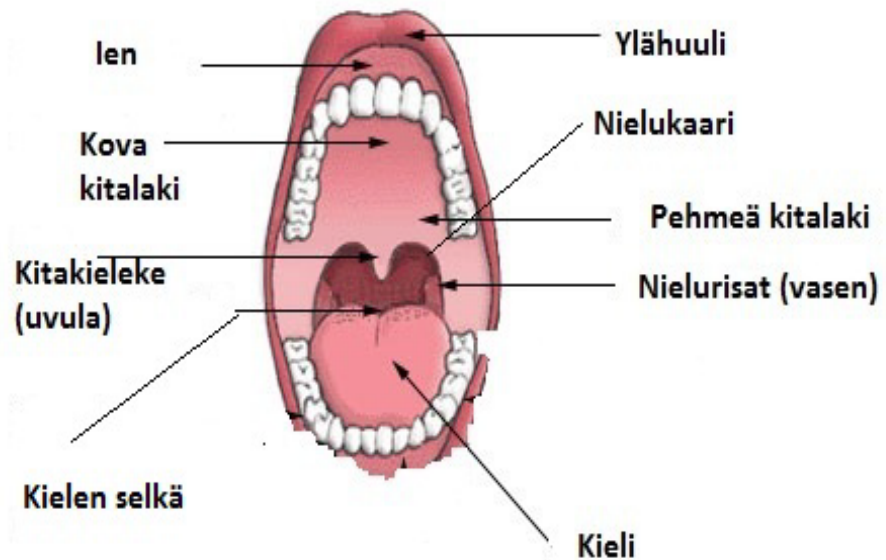


# Nielu

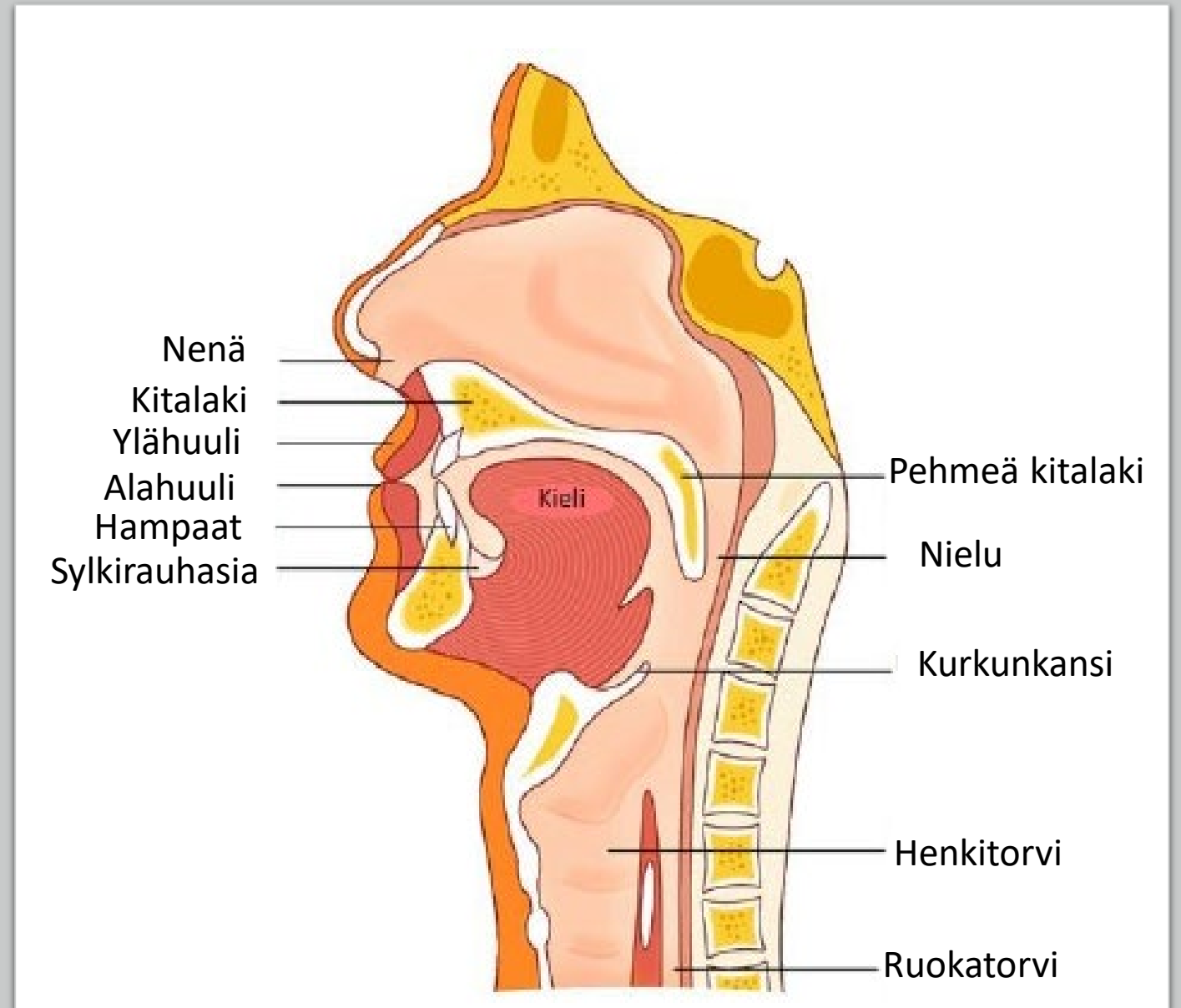
- Kuuluu sekä ruuansulatus- että hengityselimistöön (ks. luento 6)
- Nenänielu kuuluu lähinnä hengityselimistöön, värekarvaepiteelin peittämä



- Nieltäessä pehmeä kitalaki ja kitakieleke (uvula) sulkevat yhteyden nenänieluun

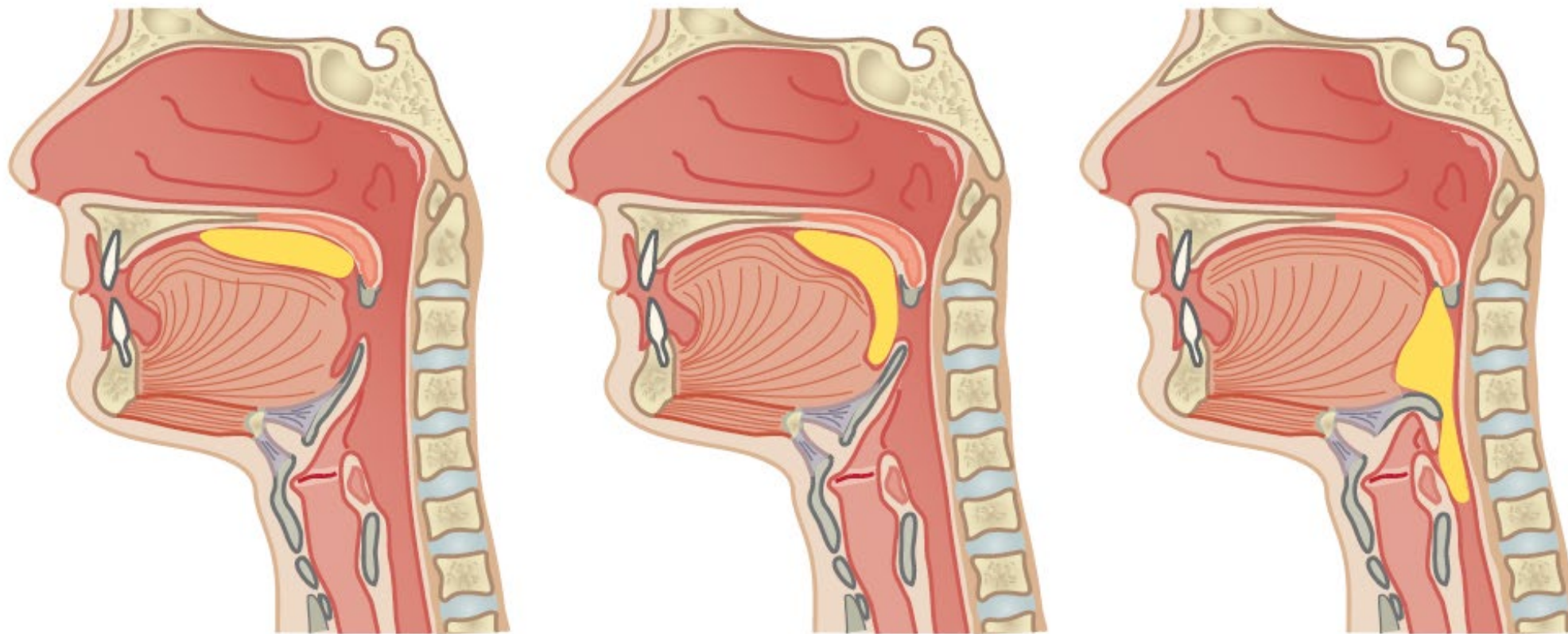


Refluksi.fi



Nutricia Medical

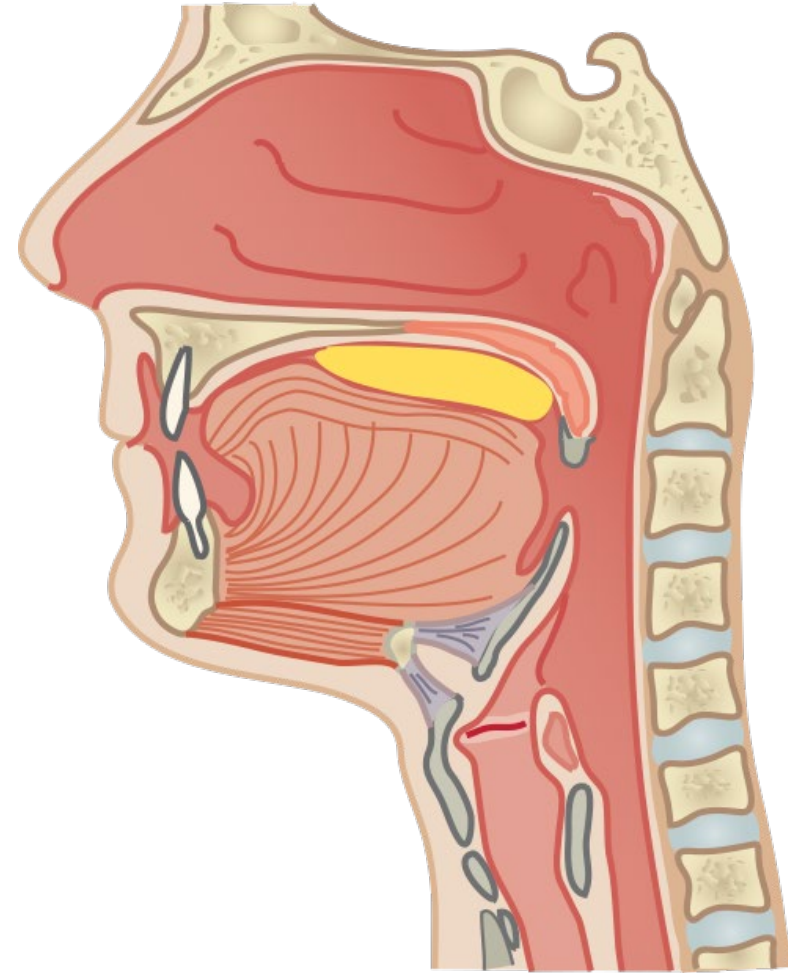
# Nieleminen



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

# Nieleminen: oraalinen vaihe

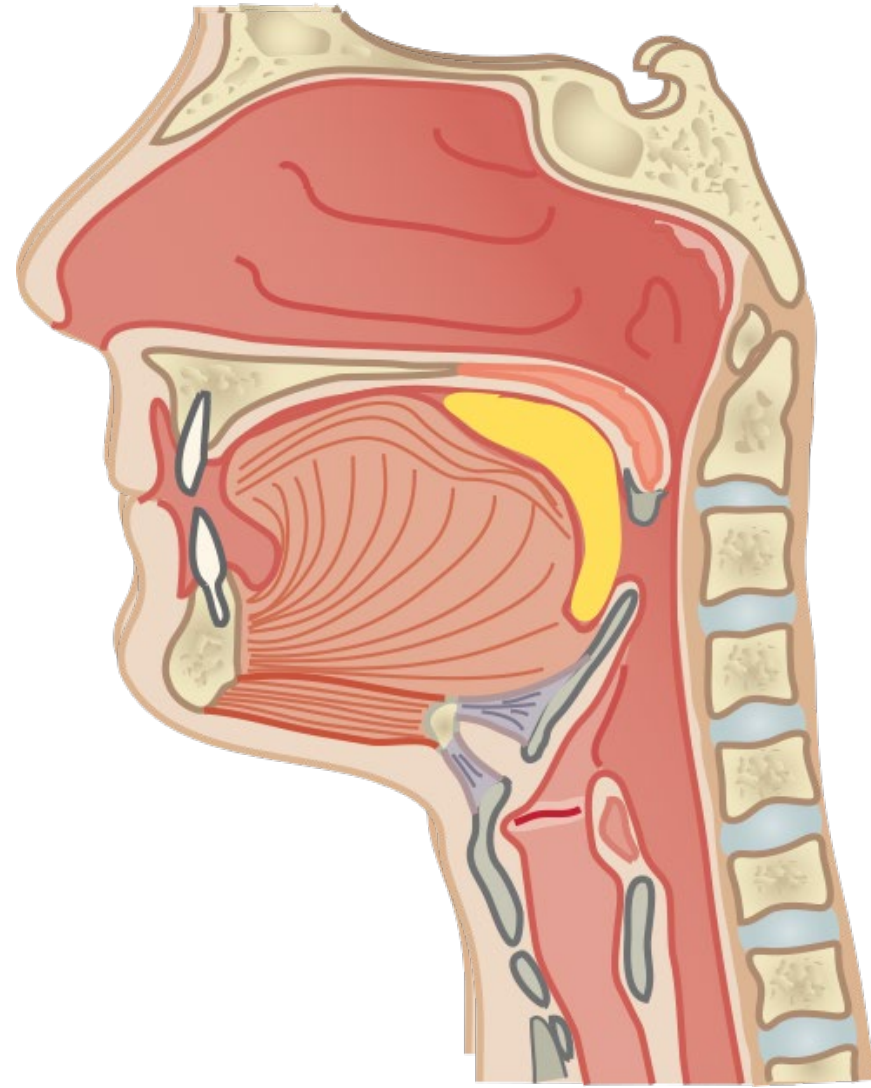
- Pääosin tahdonalainen
- Huulien sulkeminen (aivohermo VII)
- Ruokaboluksen kokoaminen/ kielen liikkeet (XII)
- Nielurefleksi laukeaa/ suulaen tunto (IX) ja symmetria (X)





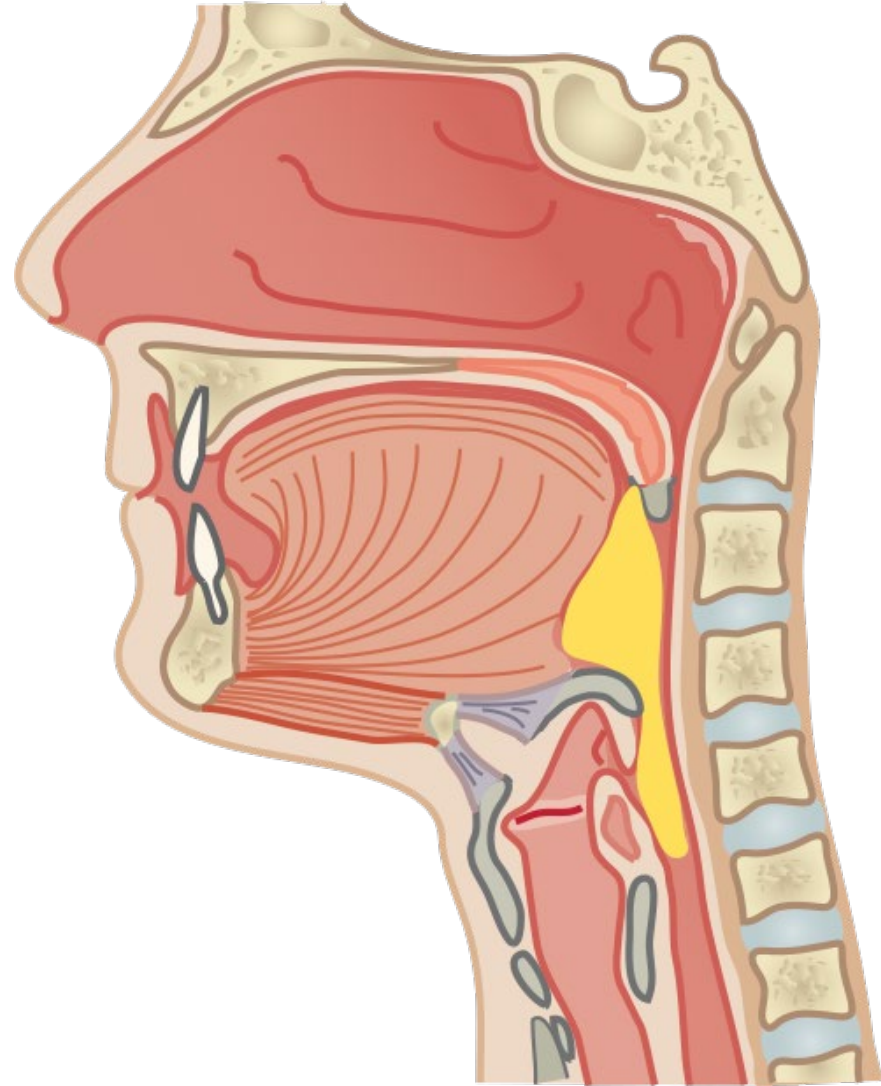
# Nieleminen: faryngeaalinen vaihe

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



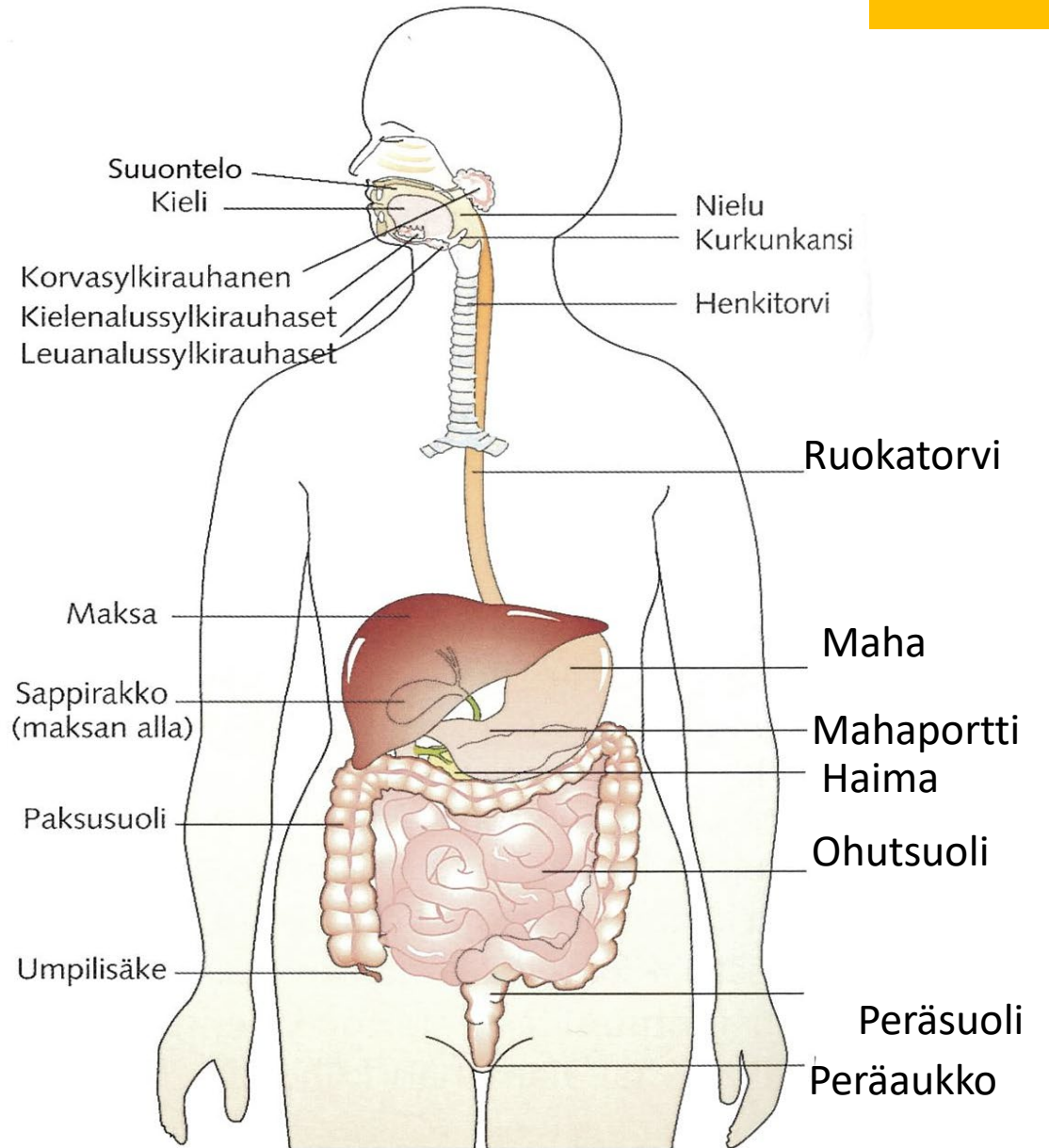
# Nieleminen: esofageaalinen vaihe

- Ruokatorven ylä- ja alasulkijan toiminta, ruokatorven peristalttiset liikkeet (X)



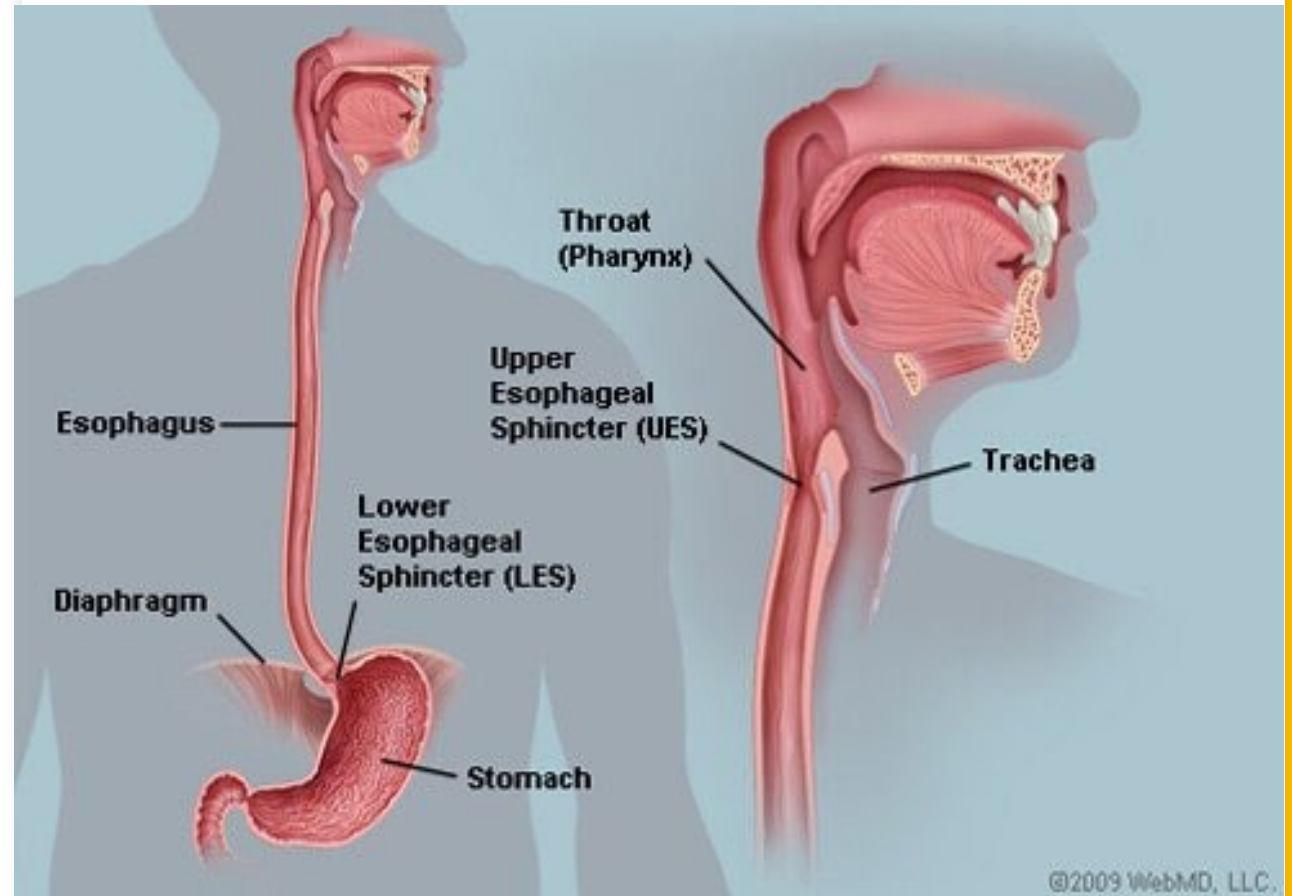
# Ruokatorvi

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



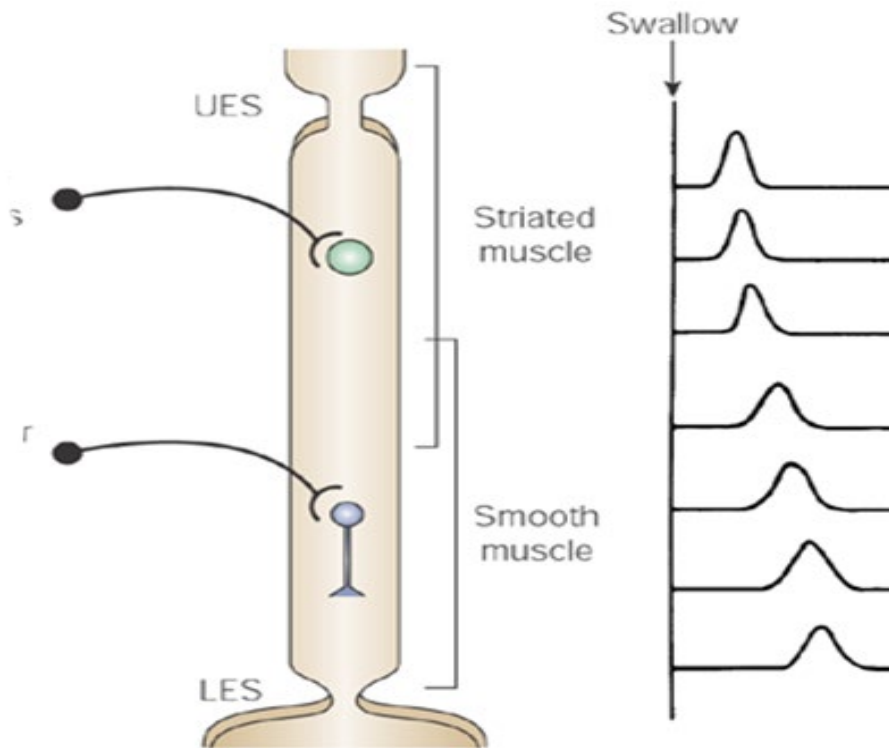
# Ruokatorvi

- Ylä- ja alaosassa sulkijalihakset
- Ylempi sulkijalihas (poikki-juovaista lihaskudosta) estää ilman kulkeutumisen ruokatorveen hengityksen aikana
- Alempi ruokatorven sulkijalihas (sileää lihaskudosta) estää happamaa mahan sisältöä nousemasta ruokatorveen

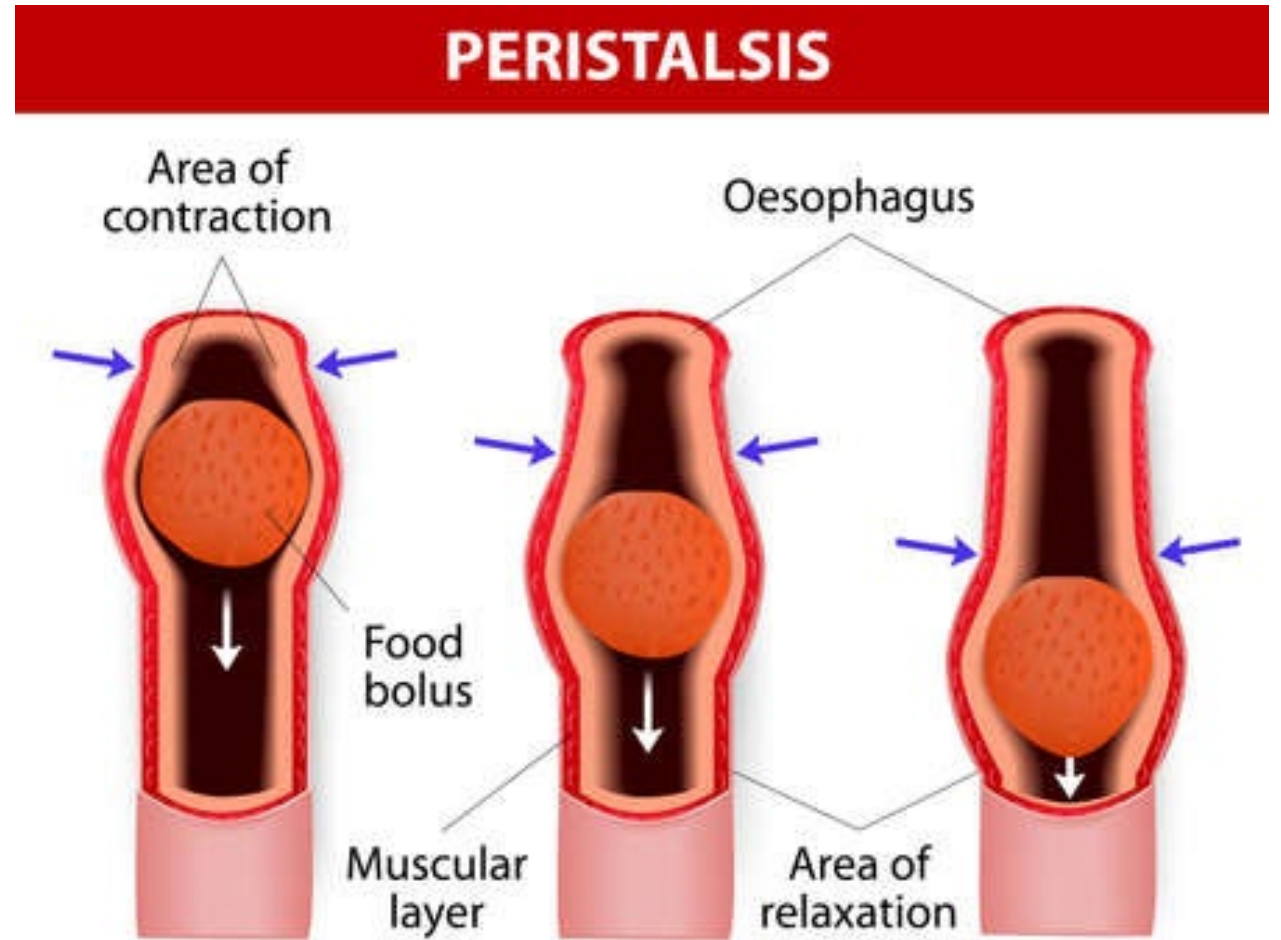


# Ruoka kulkee ruokatorvessa peristaltiikan avulla

- Niety aines saavuttaa vatsalaukun 10 s kuluessa



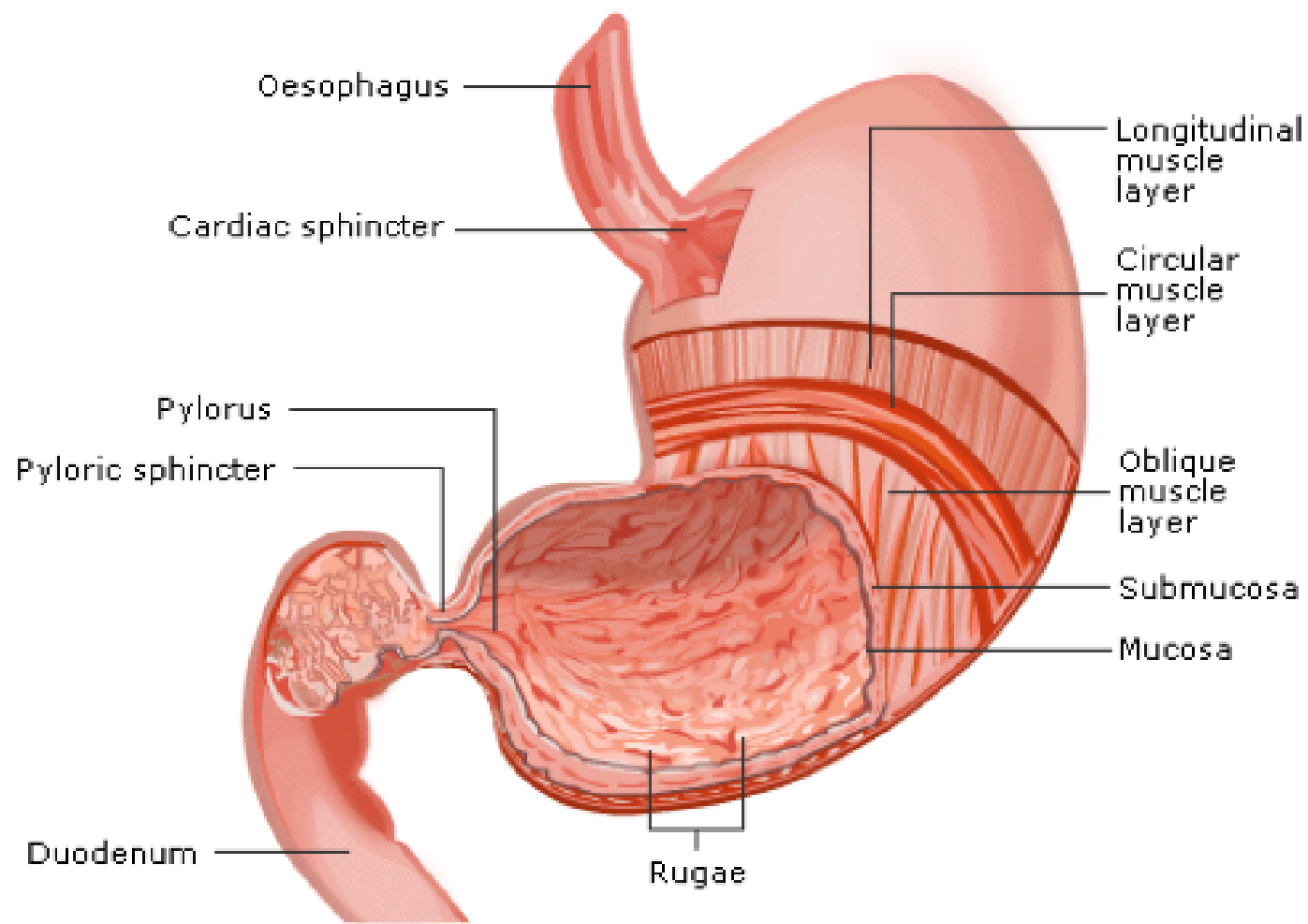
Paterson 2006



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

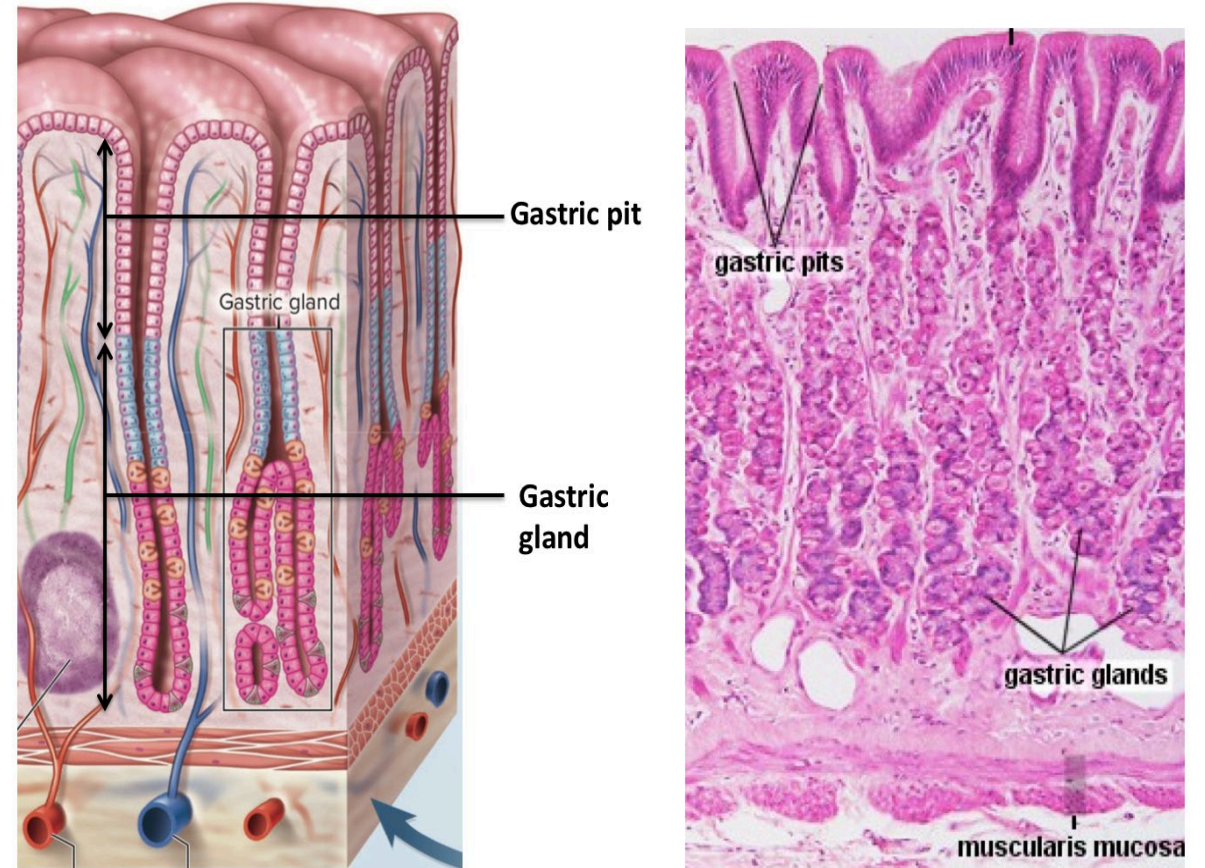
# Mahalaukku

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



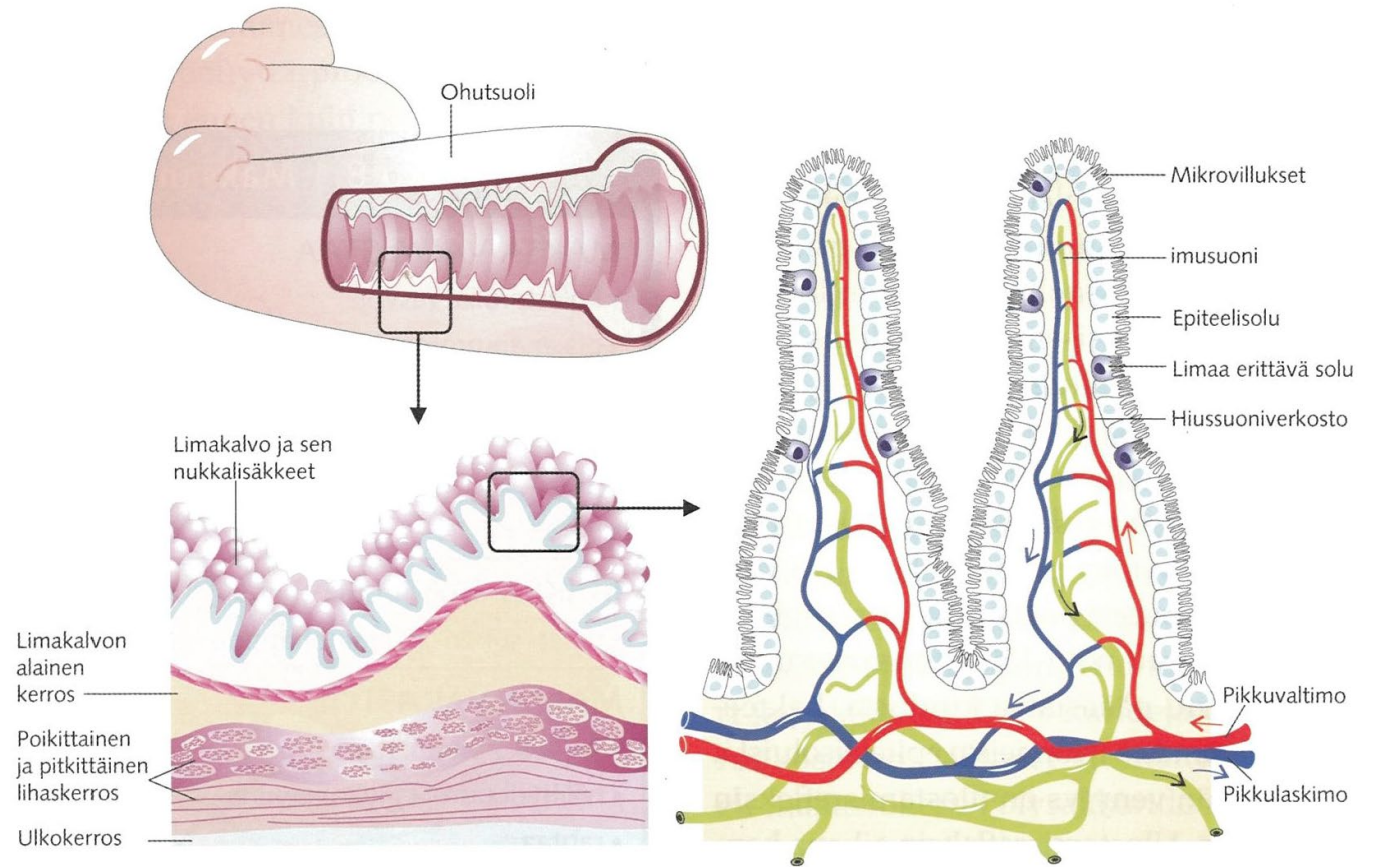
# Maharauhaset

- Mahalaukun limakalvo yksikerroksista lieriöepiteeliä
- Limakalvon poimujen pohjalla 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



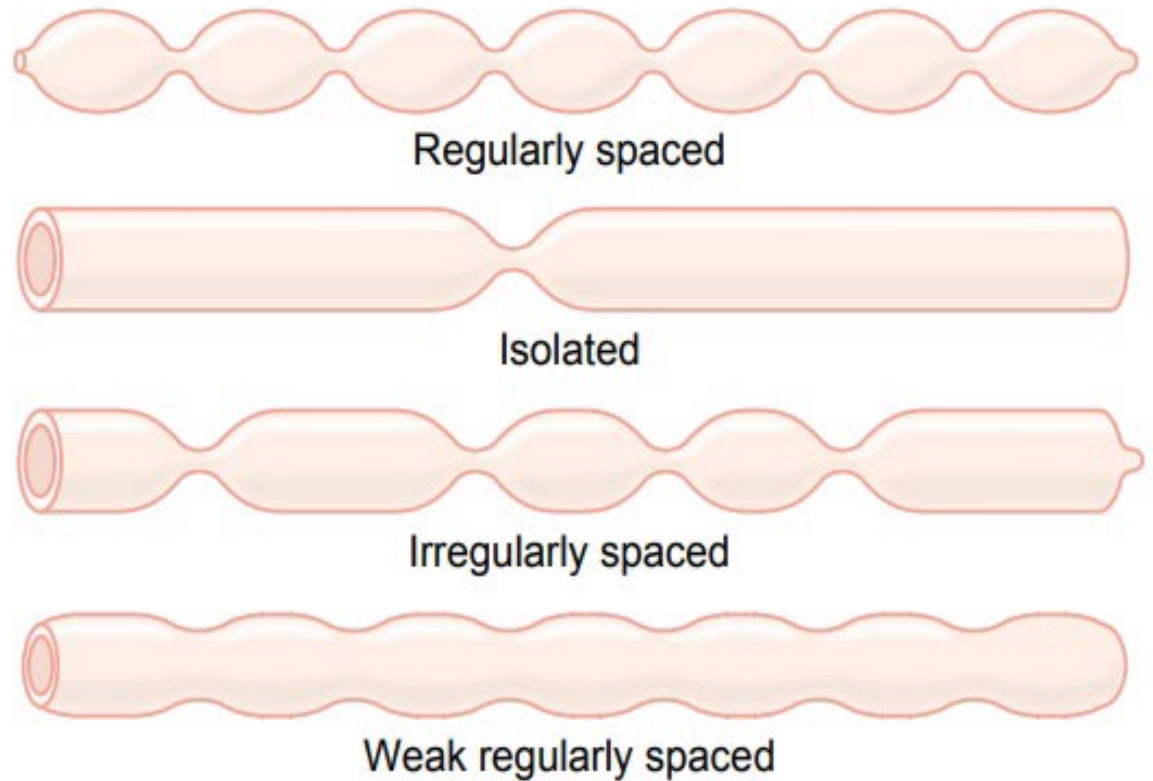
# Ohutsuoli

- Liikkuva, sileälihasseinäinen putki
- N. 3 m pitkä, mutta poimuttumisen ansiosta imeytispinta-alaa n. 300 m<sup>2</sup>
- Alkuosana pohjukaissuoli, johon maksan tuottama sappineste ja haimaneste tyhjäntyvät
- Suolinesteessä maltaasi-, sakkaraasi- ja laktaasi-entsyymejä





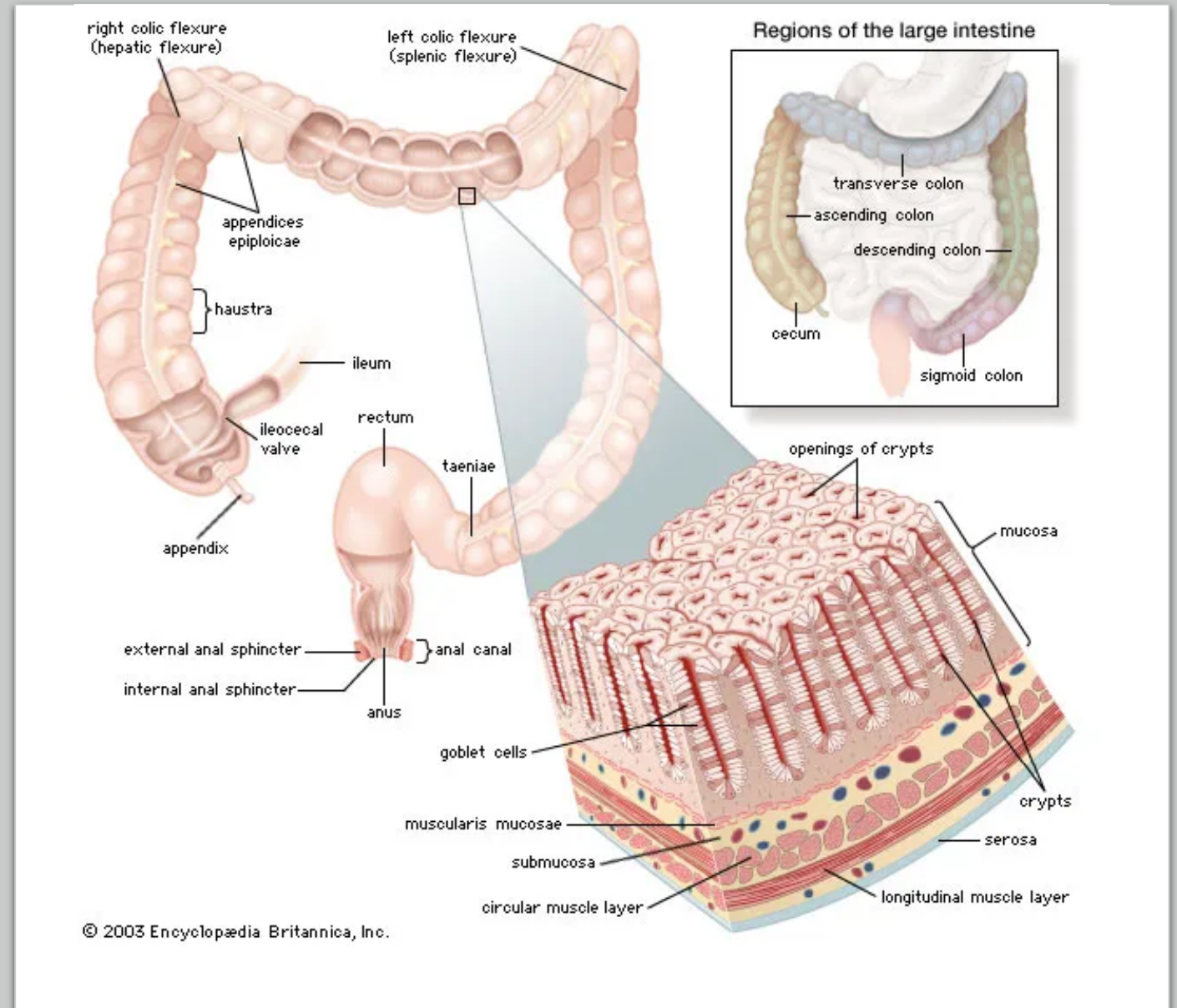
- Segmentaatio ohut- ja paksusuolella mahdollistavat ruuan tehokkaan sekoittumisen
- Suolen liikkeet aktiivisimmillaan yöllä



Segmentation movements of the small intestine.

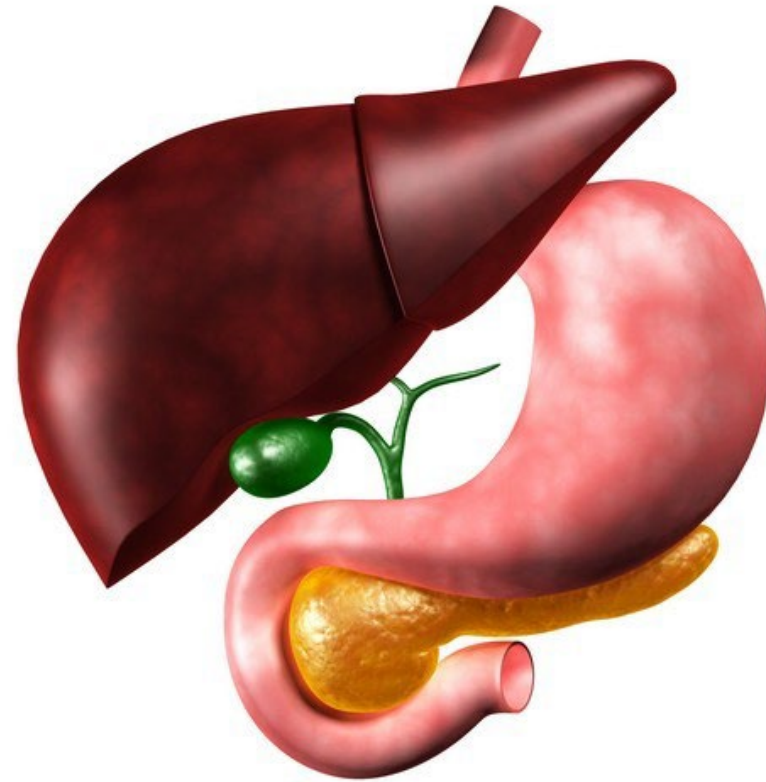
# Paksusuoli

- Umpisuoli, koolon, peräsuoli
- Paksusuoli kiinteyttää imeytymätöntä ruokamassaa: paksusuolella imeytyy vettä
- 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 (NH<sub>3</sub>) ureaa

### MAKSA SÄÄTELEE

Veren sokeri- ja aminohappopitoisuuksia

### MAKSA VARASTOI

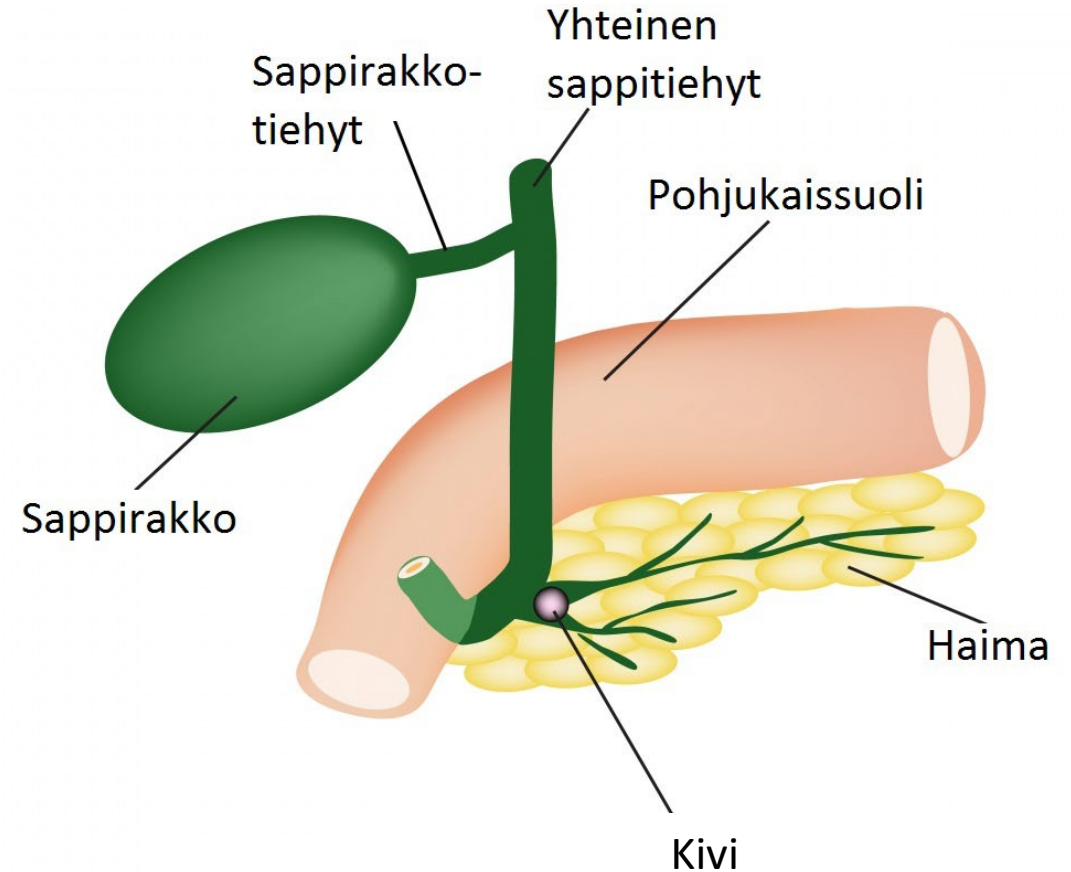
A-, B12-, D-, E -ja K-vitamiineja  
Rautaa, kuparia  
Glykogeeniä

### MAKSA HAJOTTAA

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

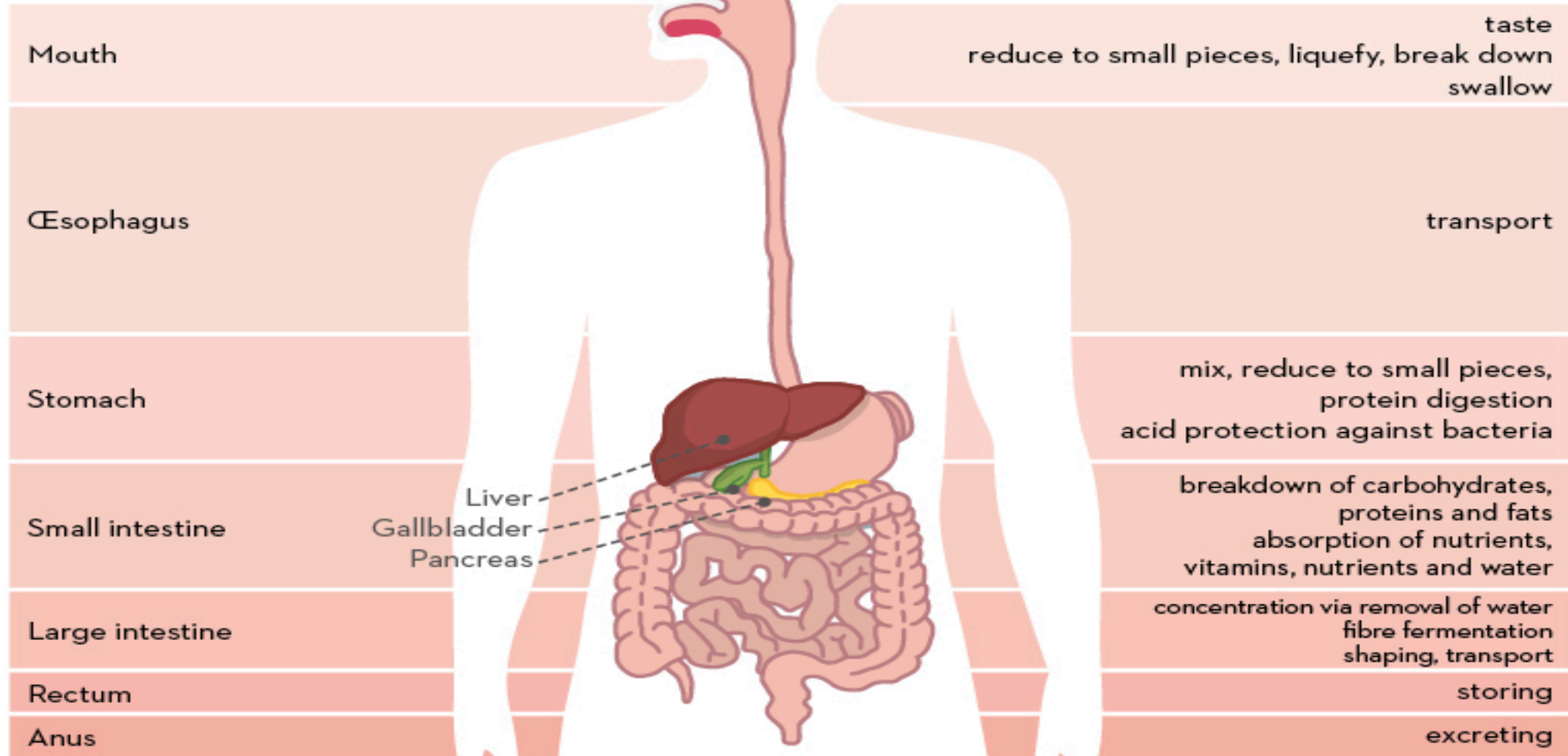
# Haima

- N. 100 g
- Avoeritteinen ja umpieritteinen osa (Ks. luento 7)
- Avoeritteisessä osassa muodostuu haimaneste, joka kulkeutuu haimatiehyttä pitkin ohutsuoleen
- Haimanesteen trypsiini ja kymotrypsiini pikkovat proteiineja, lipaasi rasvoja ja amylaasi tärkkelystä
- Erittävät inaktiivisessa muodossa ja aktivoituvat vasta ohutsuolessa



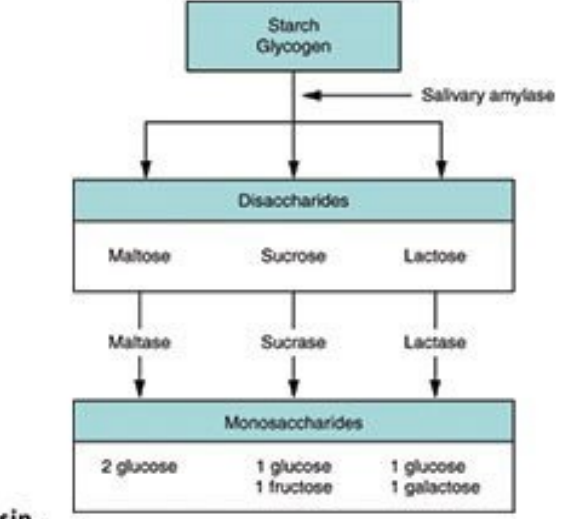
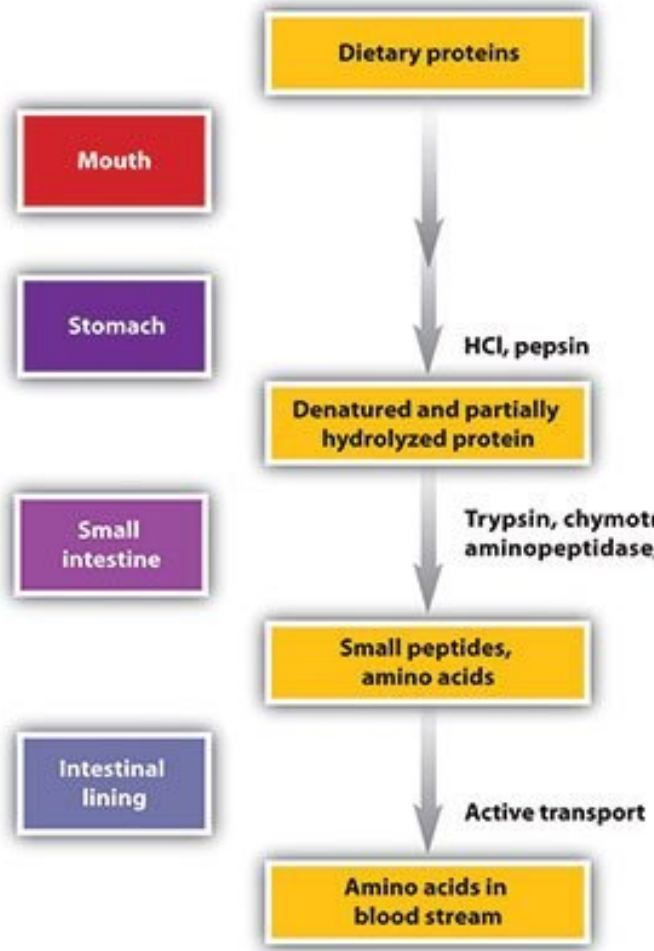
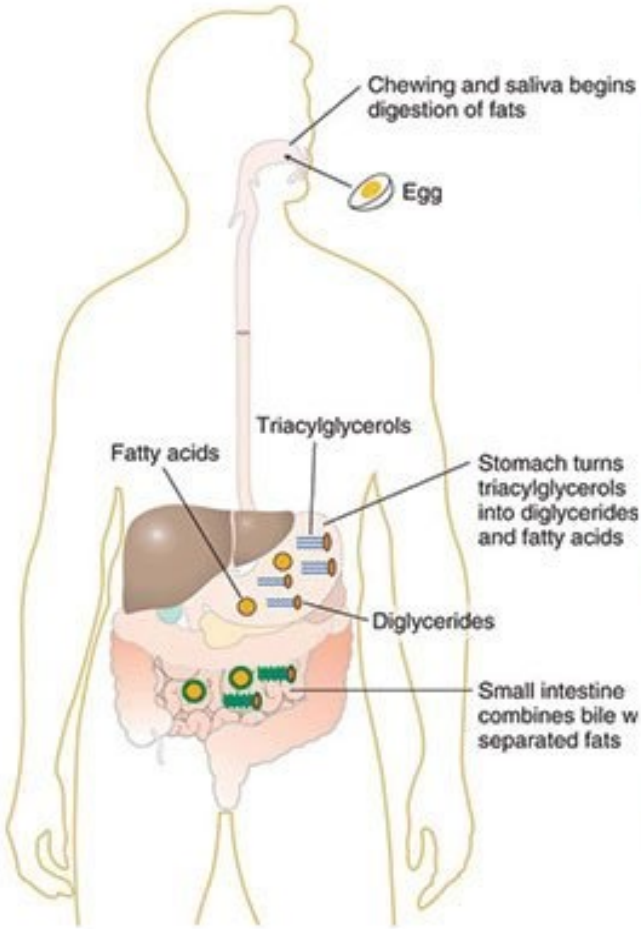
# DIGESTIVE ORGANS

# AND THEIR FUNCTION



# Ravintoaineiden imeytyminen

Rasvat, proteiinit ja hiilihydraatit



**Digestion and Absorption of Carbohydrates, Proteins and Fats**

# Hiilihydraatit

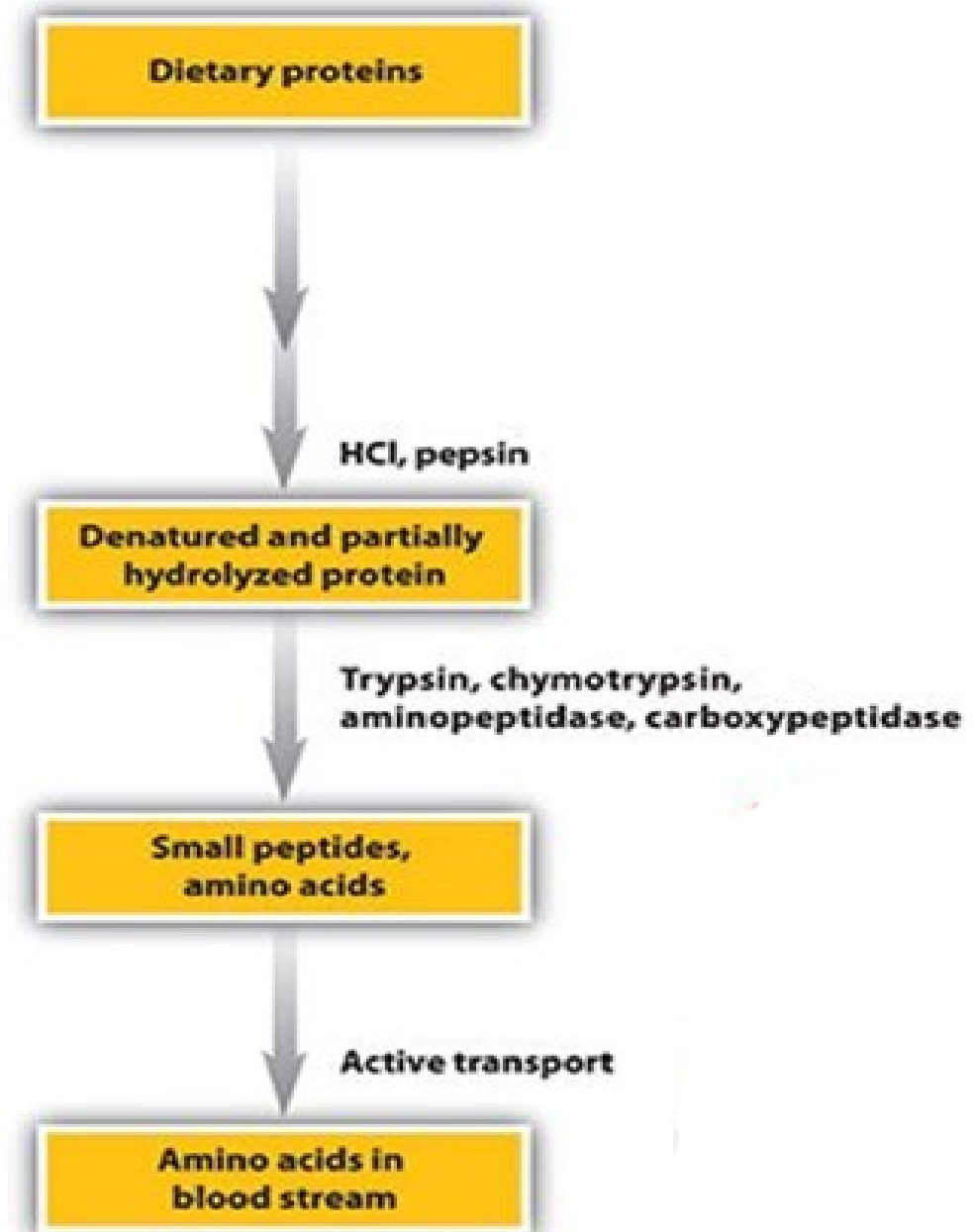
- Monosakkaridit: **glukoosi**, fruktoosi, galaktoosi
- Disakkarit: sakkaroosi eli ruokosokeri, laktoosi ja maltoosi
- Polysakkaridit: **glykogeeni**, tärkkelys, ravintokuidut
- Hajoaminen: syljessä ja haimanesteessä amylaasientsyymi, ohutsuolessa sakkaraasi-, maltaasi- ja laktaasientsyymit





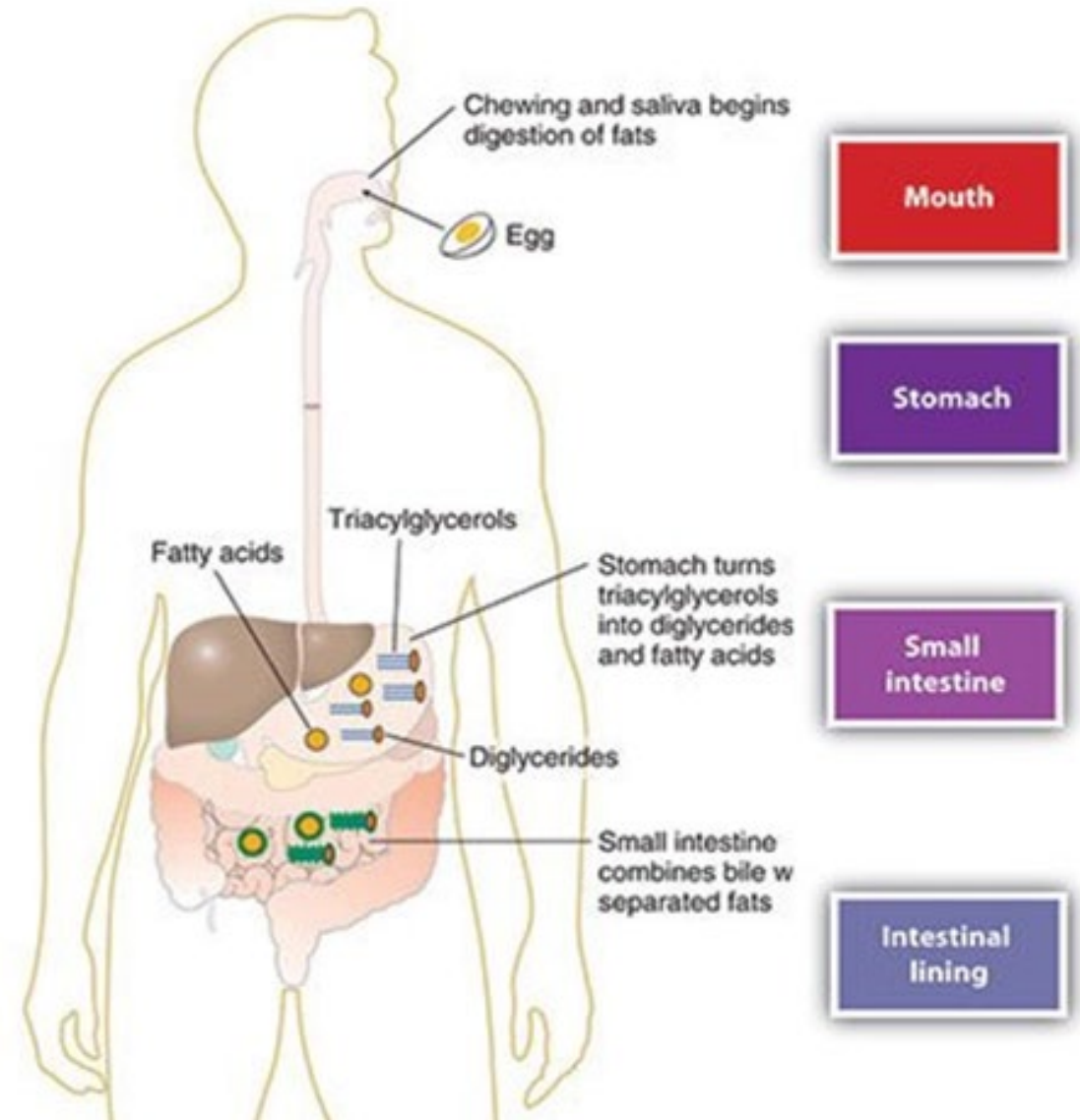
# Proteiinit

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



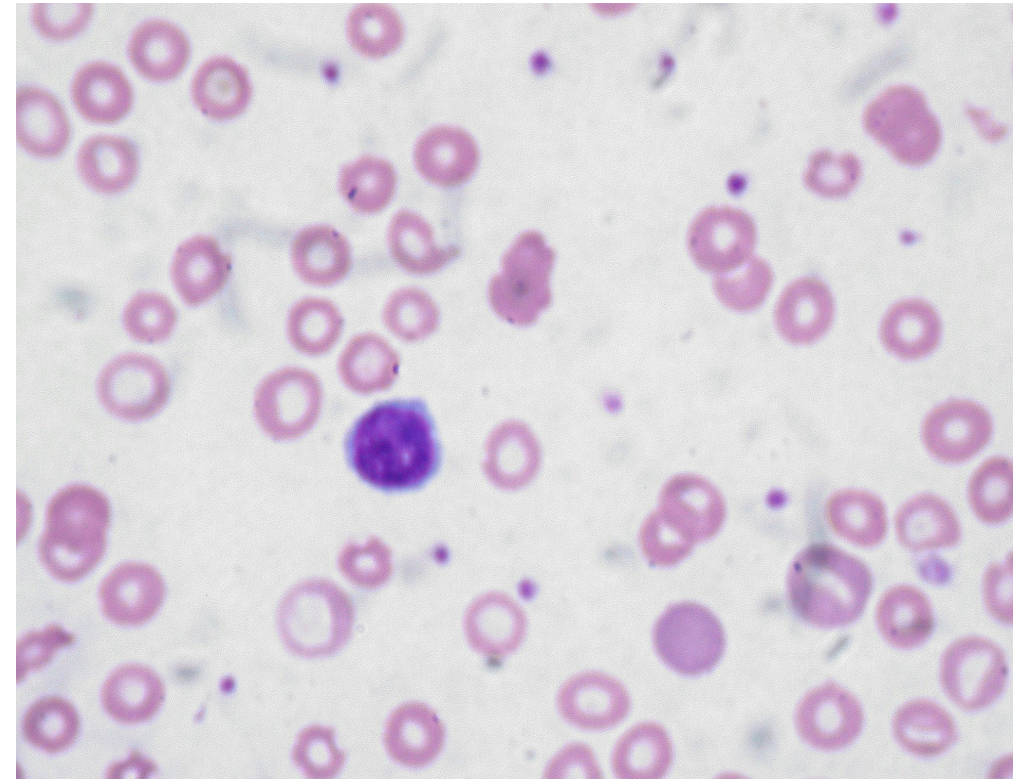
# Rasvat

- Suurin osa triglyseridejä, jotka lipaasientsyymi pilkkoo rasvahapoiksi ja monoglyserideiksi
- Syljen, mahanesteen ja haiman lipaasi
- Suurin osa pikkoutumisesta tapahtuu ohutsuolessa haiman lipaasin vaikutuksesta
- Edeltävästi sappineste hajottaa rasvat pieniksi rasvapisarroiksi (emulsifiointi)
- 95% rasvoista diffundoituu takaisin ohutsuoletta
- Pitkäketjuiset rasvahapot kylomikroneina imusuonten kautta verenkiertoon

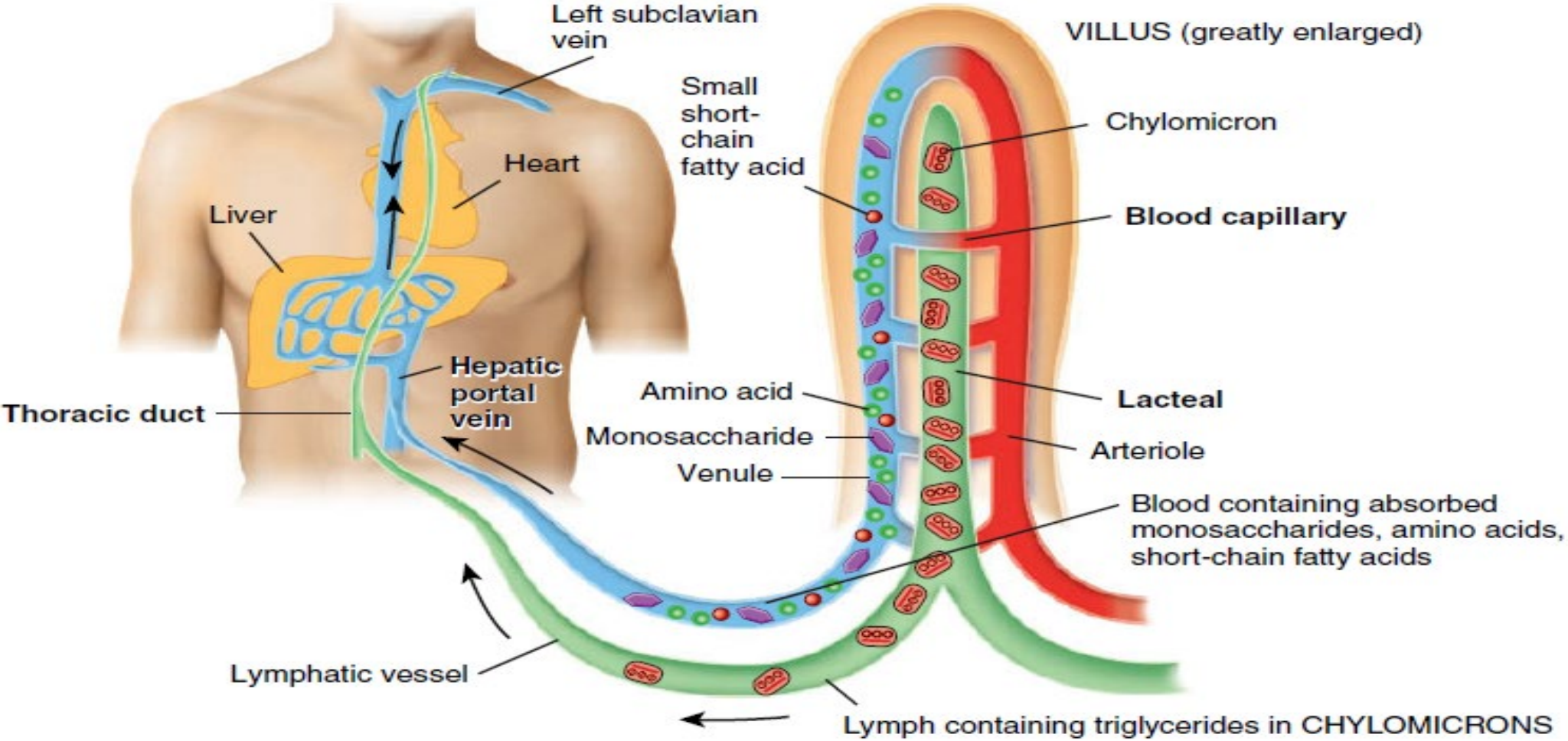


# Vitamiinit ja kivennäisaineet (Na, K, Ca, Fe)

- Elimistölle välttämättömiä, mutta tarvitaan vain pieniä määriä
- Toimivat monien entsyymien aineosina ja säätelevät hormonitoimintaa
- Vaikuttavat kudosten kasvuun, ylläitoon ja korjaukseen
- **Rauta** välttämätön O<sub>2</sub> ja CO<sub>2</sub>-kuljetuksessa ja monien entsyymien aktivoimisessa
- Vain 10% ravinnon raudasta imeytyy; C-vitamiini edistää imeytymistä
- Raudanpuuteanemia



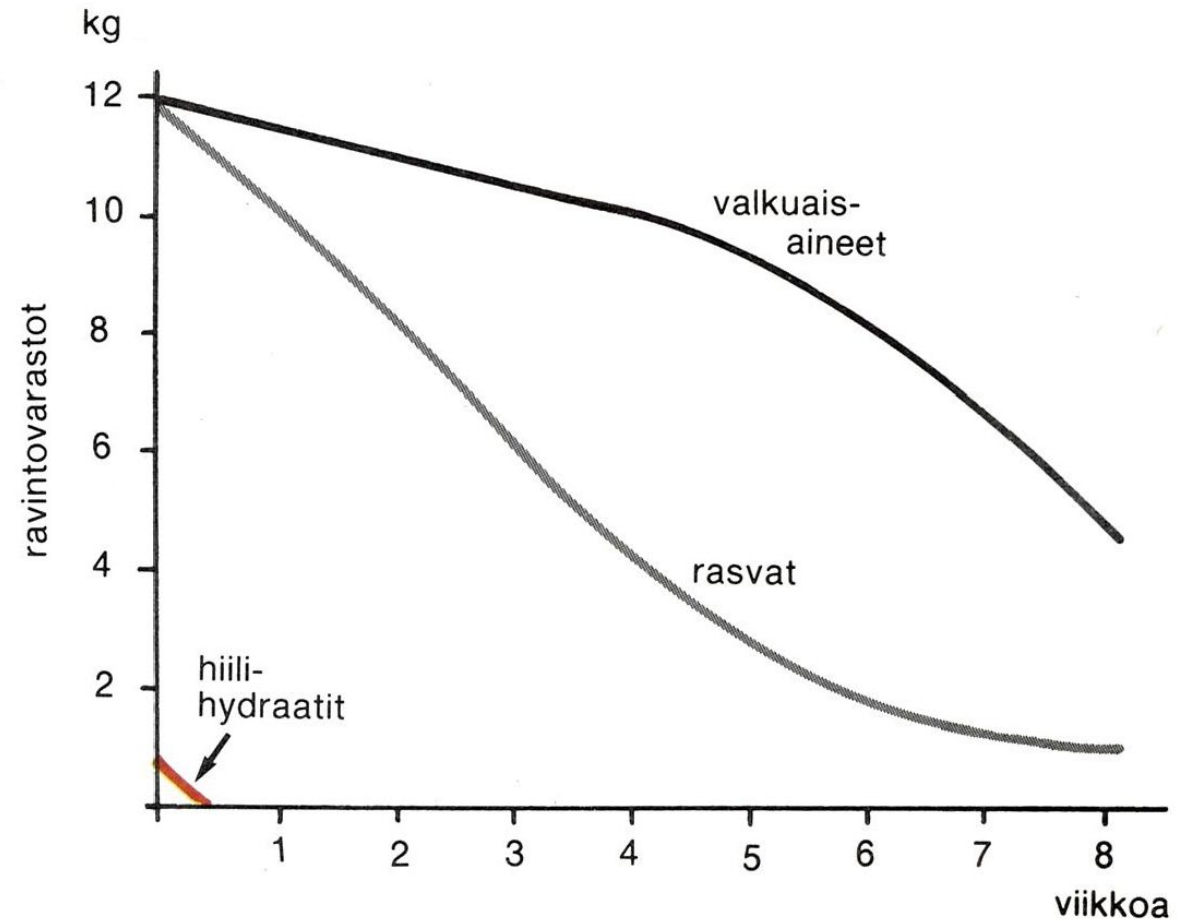
# Ravintoaineet verenkierrassa



(b) Movement of absorbed nutrients into blood and lymph

## Energiatasapaino

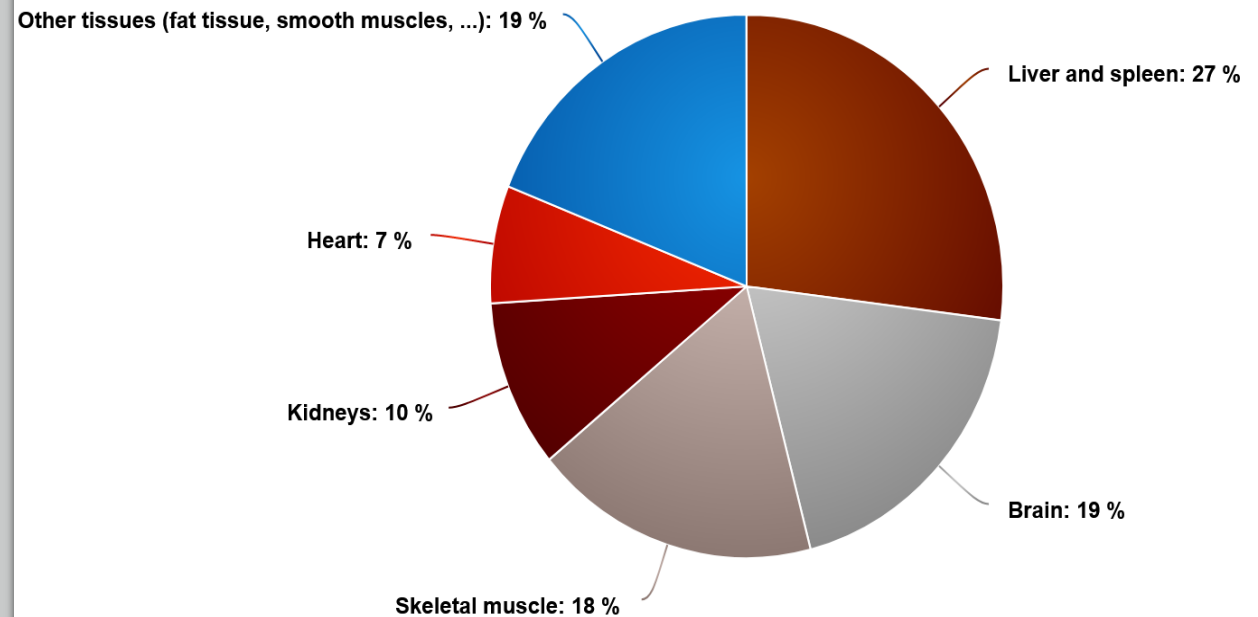
- Hiilihydraatit lähinnä glukoosina
- rasva-aineet vapaina rsvahappoina, lipoproteiineina (mm. kolesteroli), kylomikroneina
- Proteiinien (albumiini, fibrinogeeni, globuliinit) lisäksi aminohappoja, glykoproteiineja ja lipoproteiineja



# Energiantarve ja nälän säätely

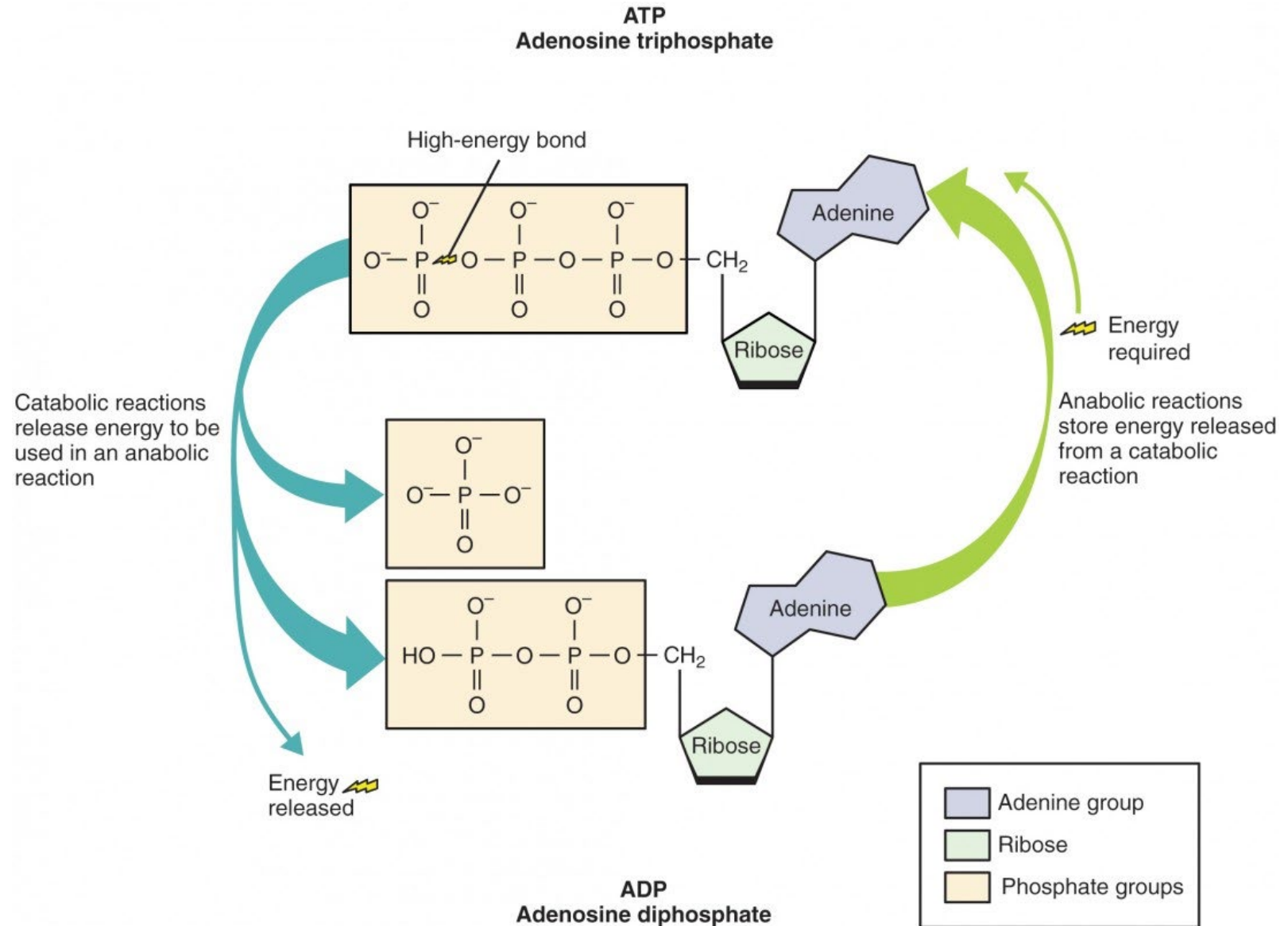
- Perusaineenvaihdunta = solujen aineenvaihdunta ja peruselintoiminnot (ks. kuva)
- Levossa miehillä 4.2 kJ /min, naisilla 3.8 kJ/min
- Vanhuksilla ja lapsilla absoluuttisesti pienempi energiantarve, mutta kokoon nähden suurempi
- Hypotalamuksen nälkäkeskus (aistii erit. glukoositasoa verenkierrassa)

Basal metabolic rate by organ



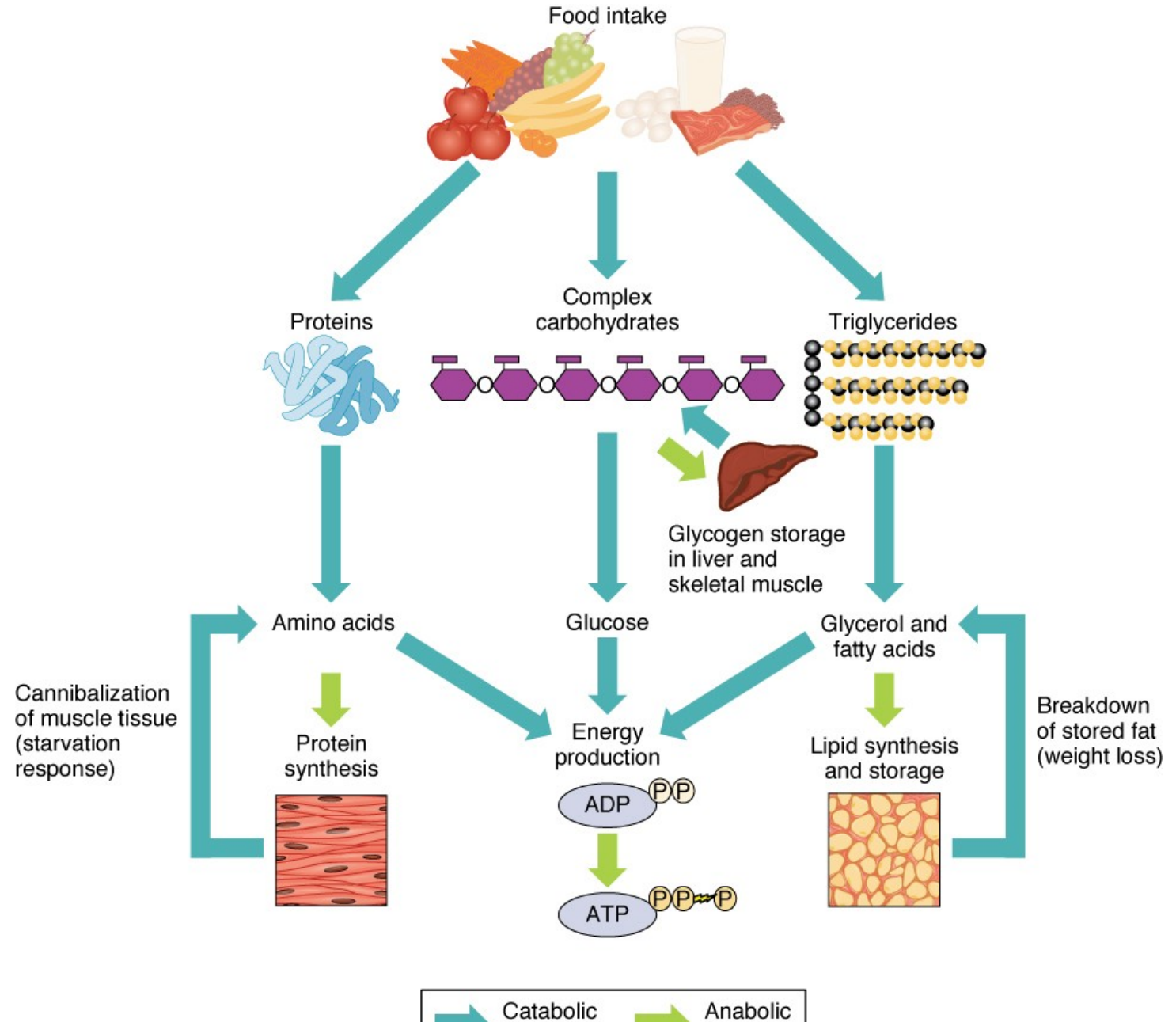
# Energia- aineenvaihdunnan perusyksikkö on ATP

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



# Rinnakkaiset anaboliset ja kataboliset reaktiot

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

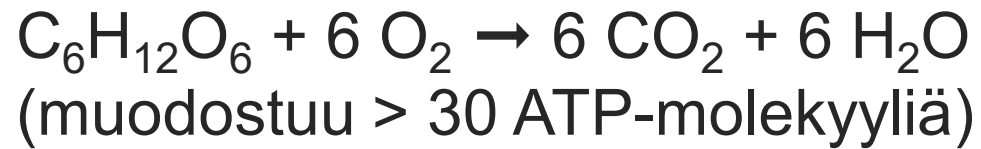




# Glukoositasapaino

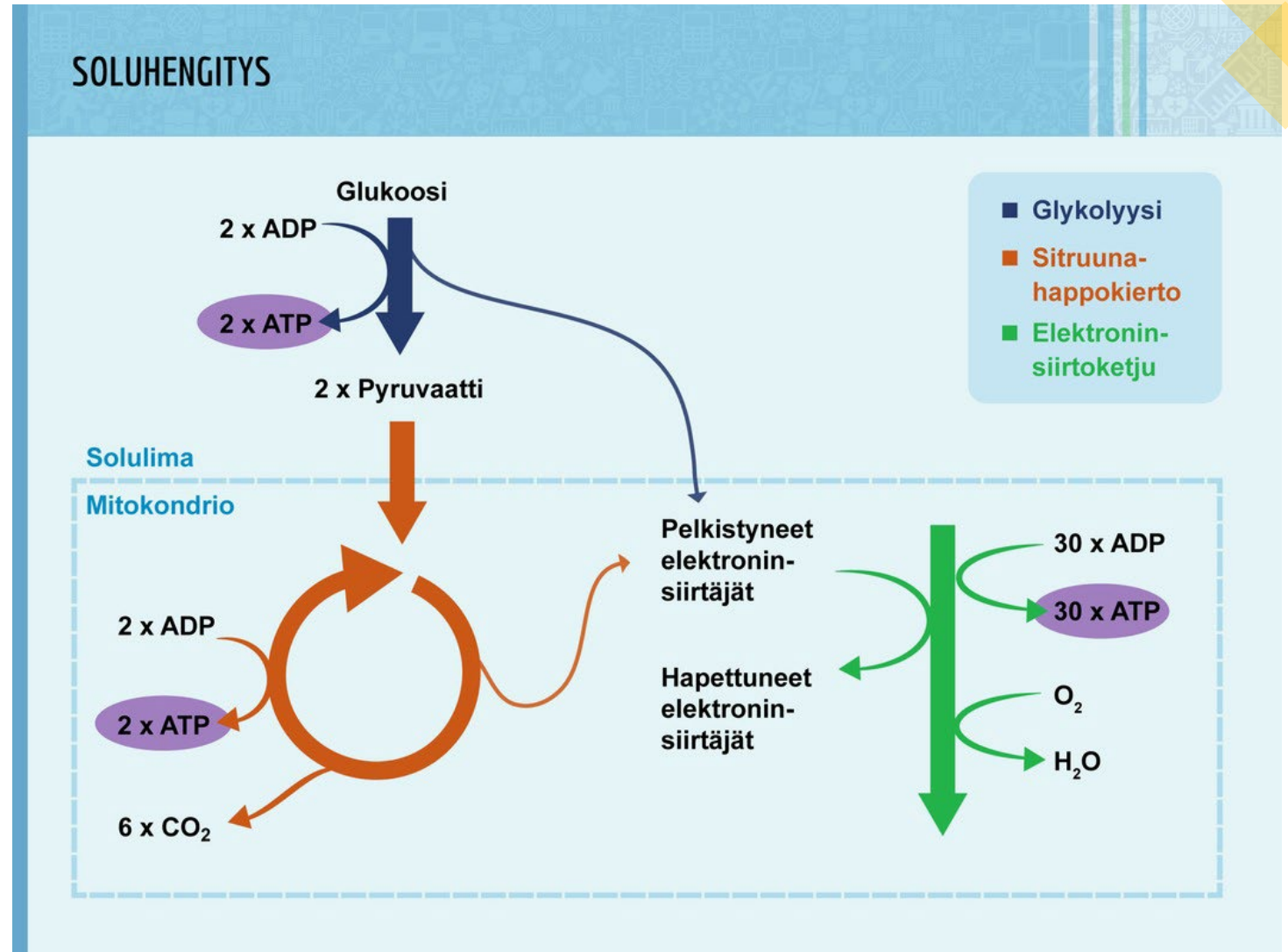
- Glukoosi tärkein hiilihydraattien siirtymismuoto veressä & hermosolujen ja punasolujen ainoa energialähde
- Glukoosin käyttö
  - ATP:n muodostaminen *soluhengityksessä*

SOLUHENGITYKSEN KAAVA:



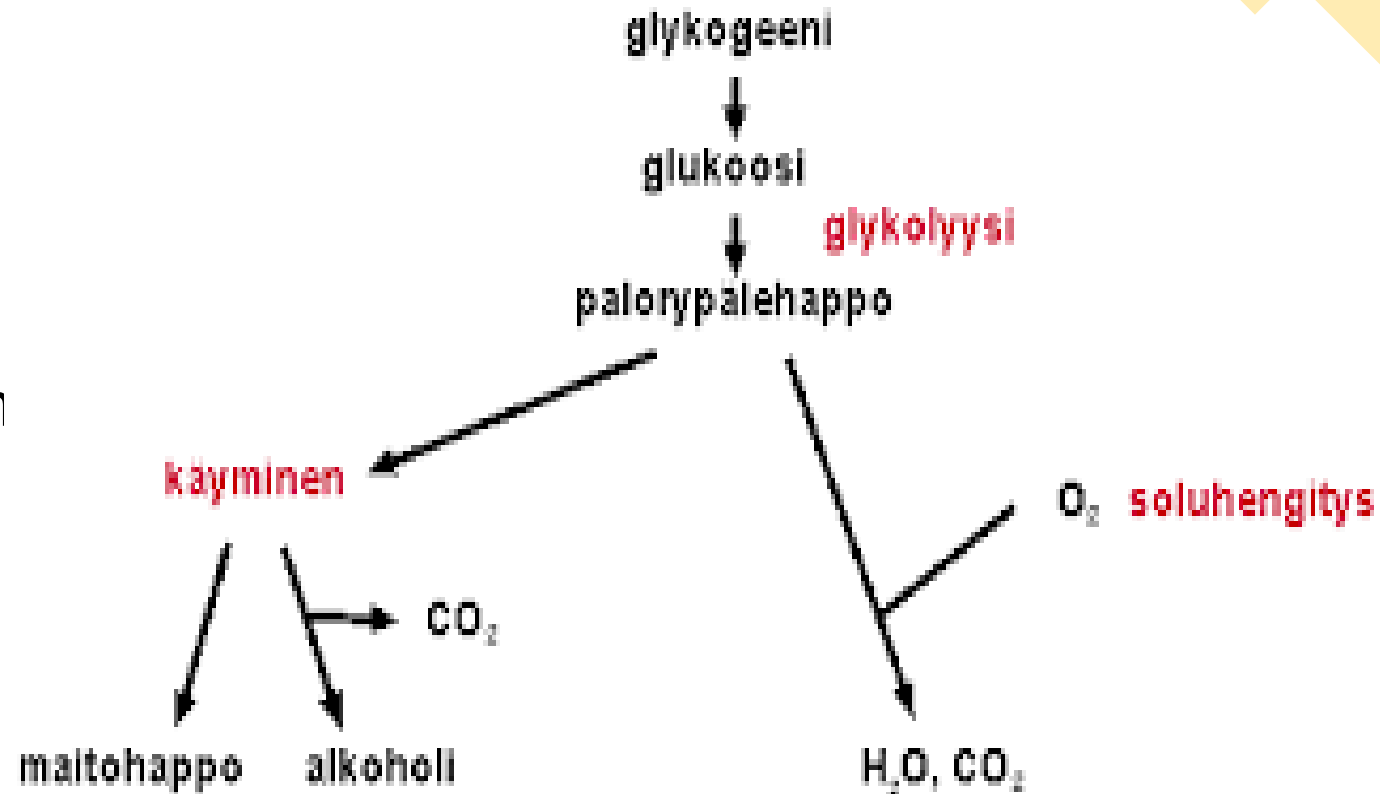
# Glukoosinkäyttö

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



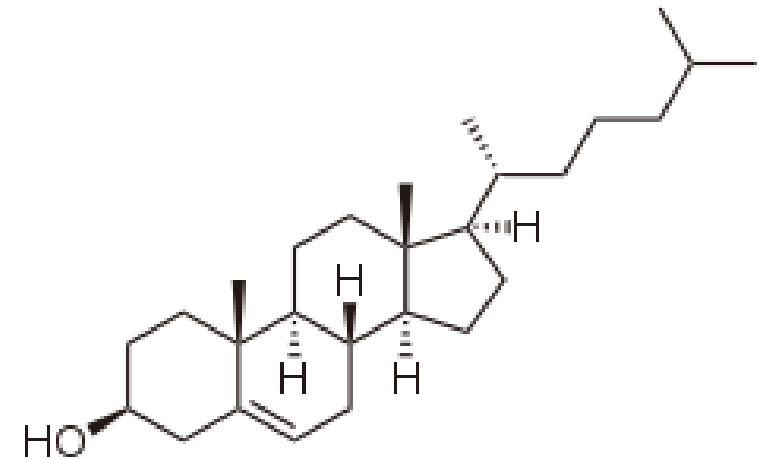
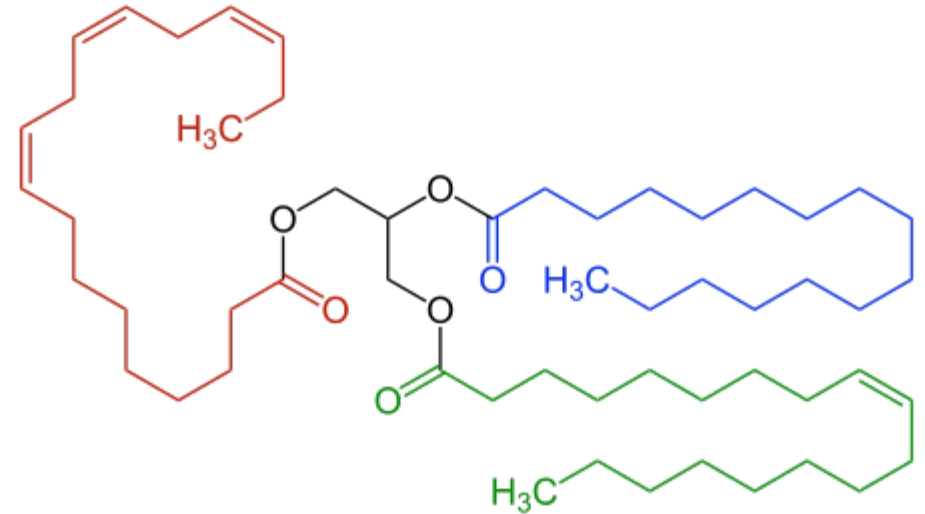
# Maitohappokäyminen

- Glukoosi voi pilkkoutua myös ilman happea
- Anaerobinen glykolyysi
- Energeettisesti epäedullinen: ATP:tä syntyy vain 8% aerobiseen palamiseen verrattuna
- Happivelka: syntynyt maitohappo muutetaan takaisin palorypälehapoiksi soluhengityksen kautta vedeksi ja CO<sub>2</sub>:ksi



# Rasva-ainetasapaino

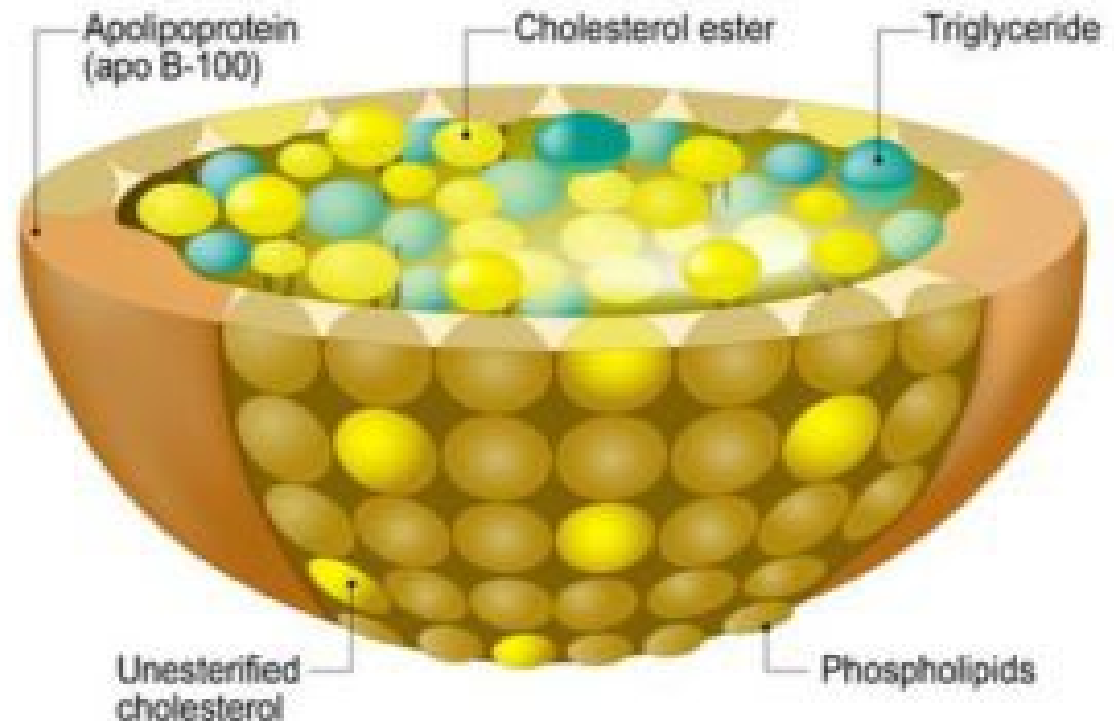
- *Triglyseridit* tärkein = glyseroli + 3 rasvahappoa
- *Kolesterolia* esiintyy vain elänsoluissa ja on mm. steroidihormonien ja sappisuolojen raaka-aine
- *Fosfolipidit* solukalvoissa
- Rasvaa voi tehdä hiilihydraateista välttämättömiä rasvahappoja lukuunottamatta: linolihappo, alfalinoleenihappo, arakinodihappo



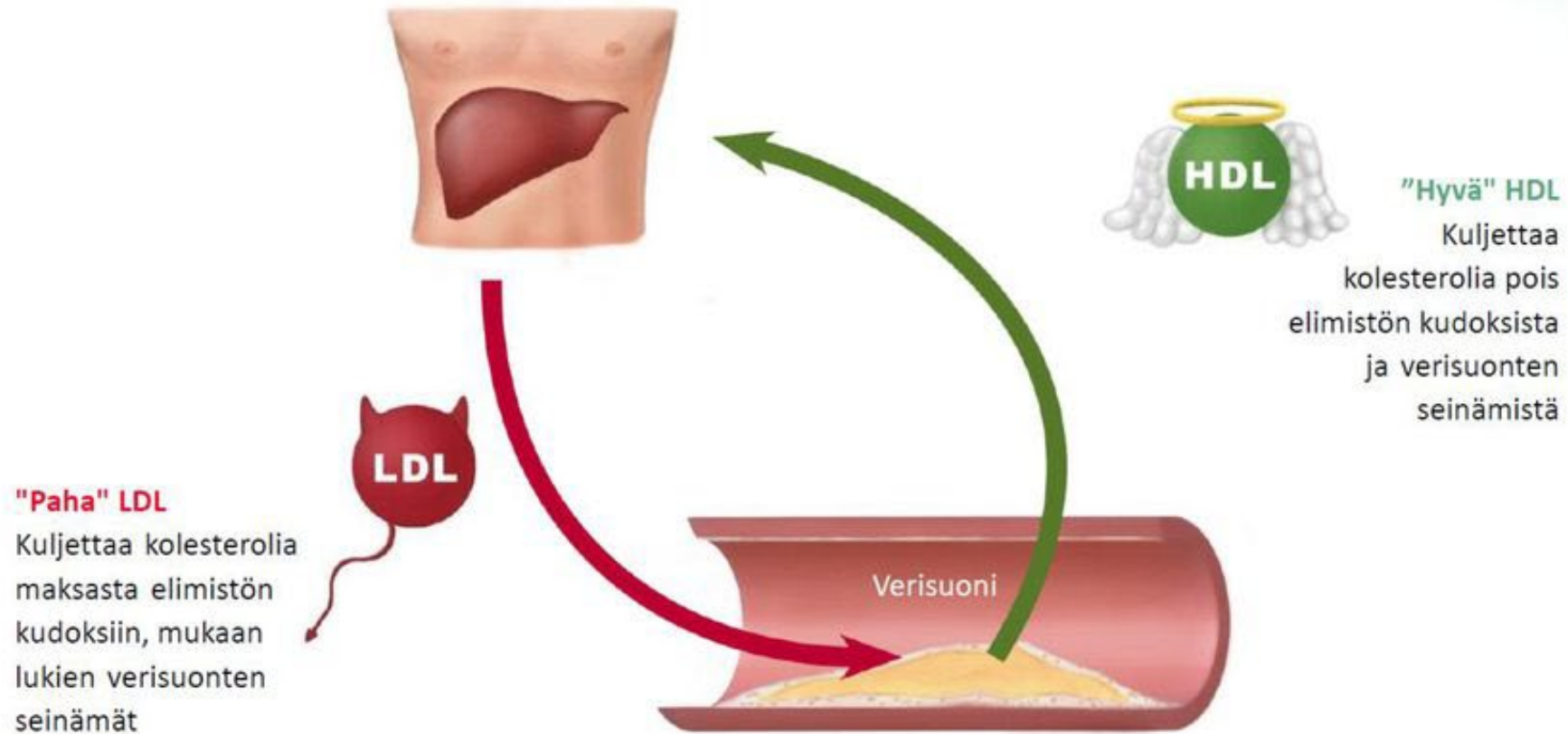
# Lipoproteiinit

- Kolesteroli ja triglyseridit eivät liukene veteen → ei voi kuljettaa verenkierrossa sellaisenaan → **lipoproteiinit**
- Kaikissa lipoproteiineissa on kolesteroli-, triglyseridi-, fosfolipidi- ja proteiiniosa
- Kylomikronit, VLDL, LDL, HDL
- Lipolyysi tärkeä energianlähde paaston aikana

## Low-density lipoprotein



# Hyvä ja paha kolesteroli



# Valkuaisainetasapaino

- Ei varsinaisia aminohappo- tai valkuaisainevarastoja
- Osa käytetään glukoosin uudismuodostukseen
- Proteiinitarve 0.6-1 g/painokilo, lapsilla ja vanhuksilla suurempi
- Ihmisen tarvitsemasta 20 aminohaposta kahdeksaa emme pysty tuottamaan (välttämättömät aminohapot)
- Aminohappojen pääsyä soluihin säätelevät erityisesti kasvutekijät ja insuliini

