

Eläinfysiologia ja histologia

3122243 5 op
Ravintoaineet



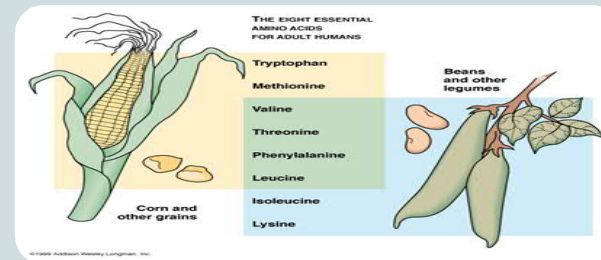
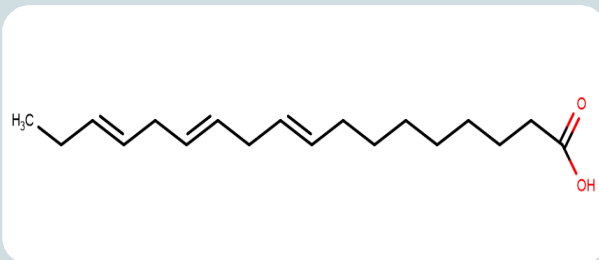
Energeettisiä molekyylejä

Vettä

Välttämättömiä
rakennuspalikoita
(makromolekyylien
rakennus, koentsyymit, ionit)

Jotain tekemistä

Välttämättömät rakennuspalikat



Välttämättömät
rasvahapot

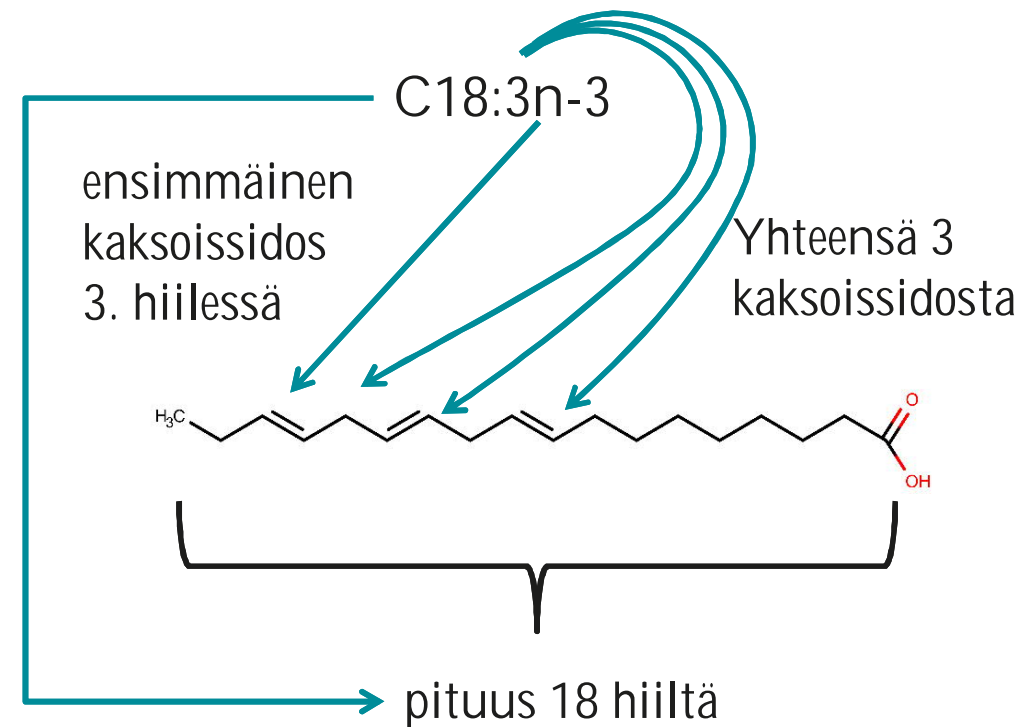
Vitamiinit ja
hivenaineet

Tietyt
aminohapot

Välttämättömät rasvahapot

Elimistö ei pysty rakentamaan useita kaksoissidoksia sisältäviä rasvahappoja

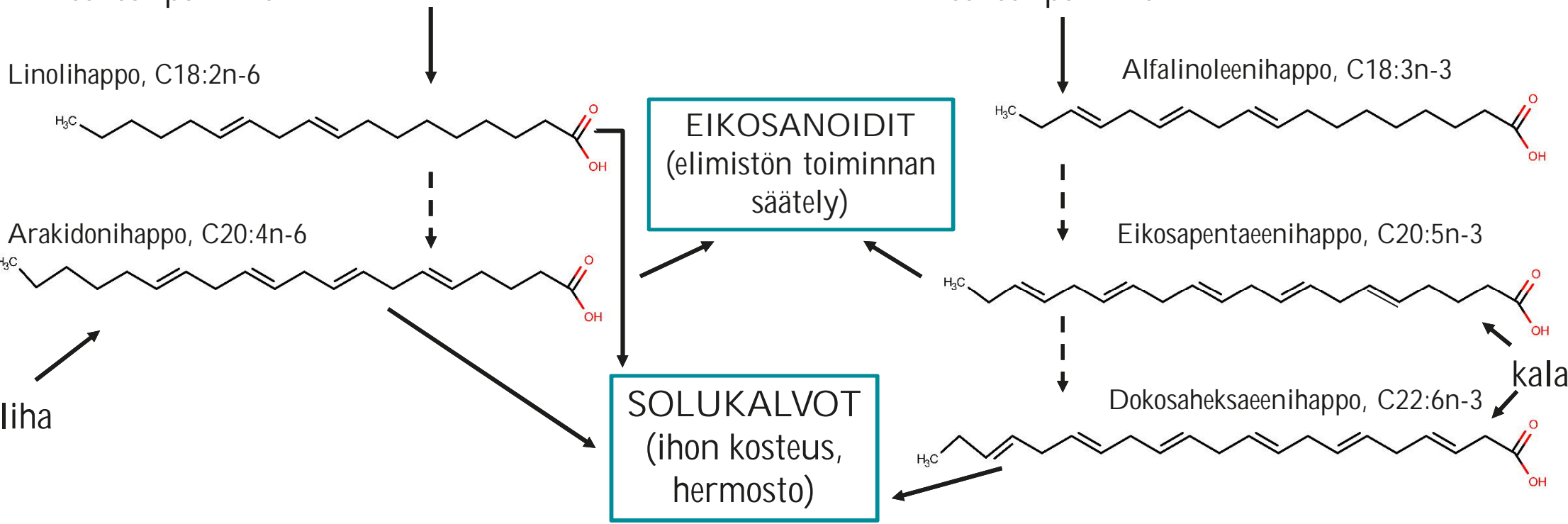
- Omega-3-rasvahapot (n-3)
- Omega-6-rasvahapot (n-6)
- Rasvaliukoiset vitamiinit



Välttämättömät rasvahapot

Auringonkukka-, maissi-, soija- & rypsiöljy, saksanpähkinä

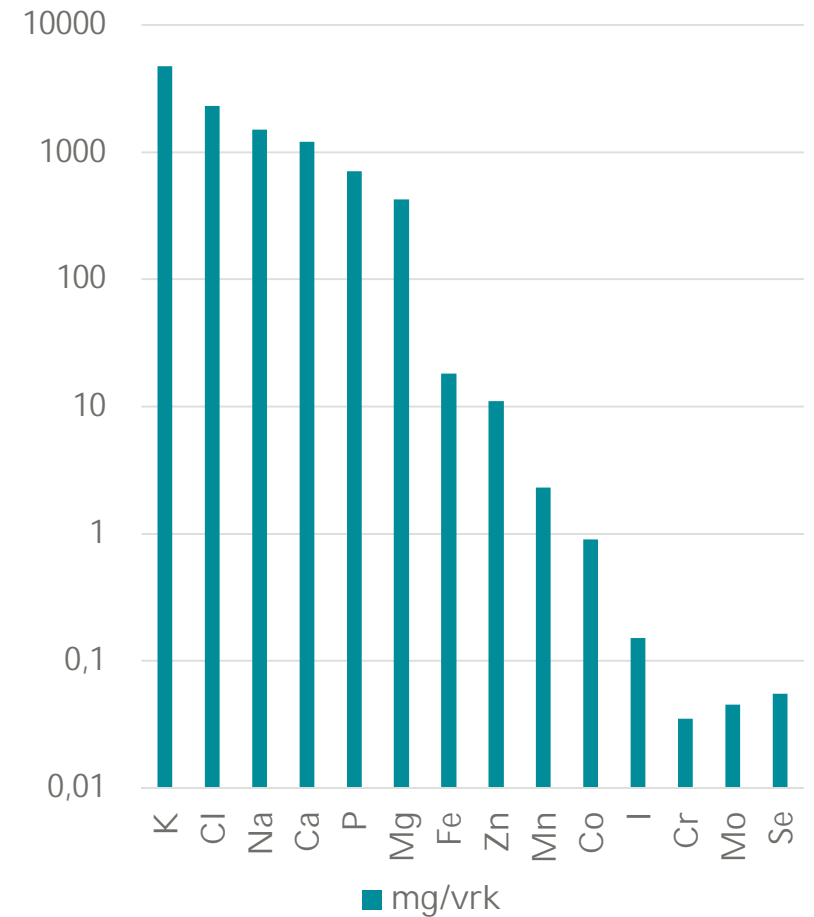
Rypsi, soija- & pellavansiemenöljy, saksanpähkinä



Vitamiinit ja hivenaineet

Vitamiinit jaetaan vesiliukoisuuden ja toiminnan perusteella, hivenaineet tarpeen mukaan

- Vesiliukoiset koentsyymit (energia-aineenvaihdunta) B1-B5
- Vesiliukoiset koentsyymit (muu metabolia) B6-B12, C
- Rasvaliukoiset vitamiinit A, D, E, K



Vesiliukoiset vitamiinit: koentsyymit

vitamiini	lähde	Tehtävä	Häiriöt
B ₁ (tiamiini)	Porsas, palkokasvit, pähkinät, täysjyvä	Koentsyymi CO ₂ :n irrottamiseksi	Beriberi (kihelmöinti, koordinaatio, sydämen vajaatoiminta)
B ₂ (riboflaviini)	Maitotuotteet, liha, kasvikset	FAD:n ja FMN:n koentsyymi	Ihovauriot
B ₃ (niasiini)	Pähkinä, liha, vilja	NAD:n ja NADP:n koentsyymi	Ihon ja suoliston vauriot
B ₅ (pantoteenihappo)	Liha, maitotuotteet, kasvikset	Koentsyymi A:n osa	Yleinen heikkous

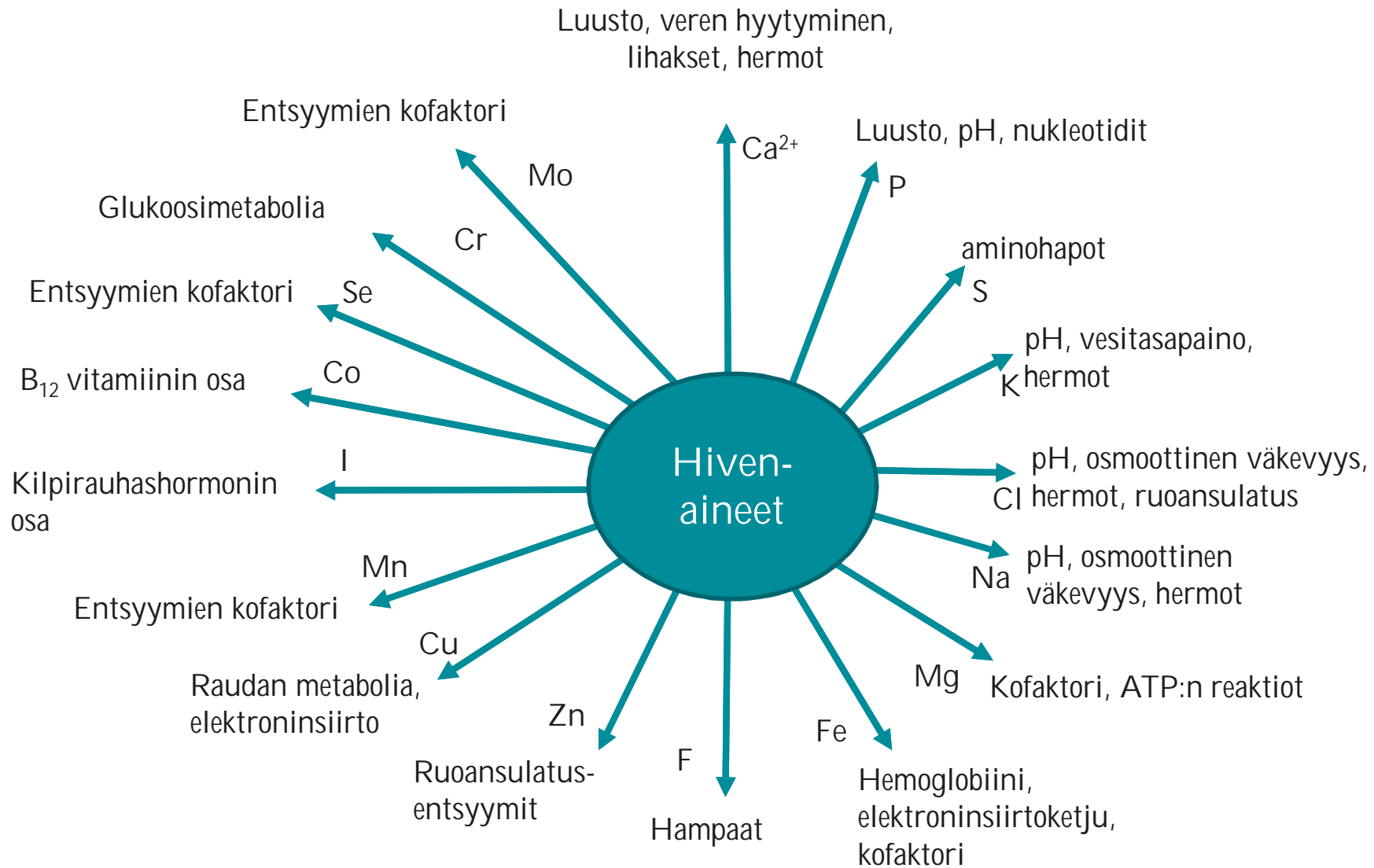
Vesiliukoiset vitamiinit: metabolia

vitamiini	lähde	Tehtävä	Häiriöt
B ₆ (pyridoksiini)	Liha, kasvikset, täysjyvä	Aminohappometabolian koentsyymi	Kouristukset, nykimiset, anemia
B ₇ (biotini)	Palkokasvit, liha	Makromolekyylien rakentamisen koentsyymi	Ihon hilseily, luustolihasien säätely
B ₉ (foolihappo)	Vihreät kasvikset, appelsiini, pähkinä	Amino- ja nukleiinihappometabolian koentsyymi	Anemia, kehityshäiriöt
B ₁₂ (kobalamiini)	Liha, muna, maito	Nukleiinihappojen ja punasolujen valmistus	Anemia, tasapaino
C (askorbiinihappo)	Marjat, hedelmät	Kollageenisynteesi, antioksidantti	Keripukki, hidastunut haavojen parantuminen

Rasvaliukoiset vitamiinit

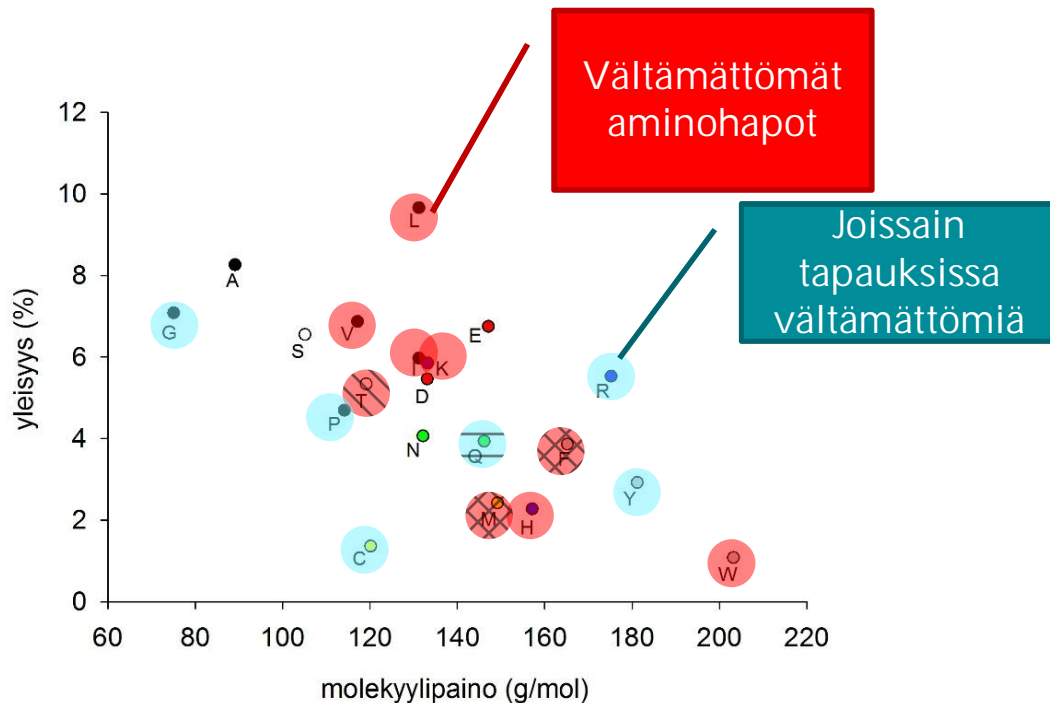
vitamiini	lähde	Tehtävä	Häiriöt
A (retinoli)	Vihreät ja oranssit kasvikset & hedelmät, maitotuotteet	Näköaisti, epiteeli	Sokeus, iho-oireet, immuunipuolustus
D	Maitotuotteet, kananmuna	Kalsiumin ja fosforin imeytyminen	Riisitauti, luiden pehmeäminen
E (tokoferoli)	Kasviöljyt, pähkinät, siemenet	Antioksidantti solukalvojen vaurioiden korjaus	Hermoston vauriot
K (fyllokiniini)	Vihreät kasvikset, paksusuolen bakteerit	Veren hyytyminen	Puutteellinen veren hyytyminen







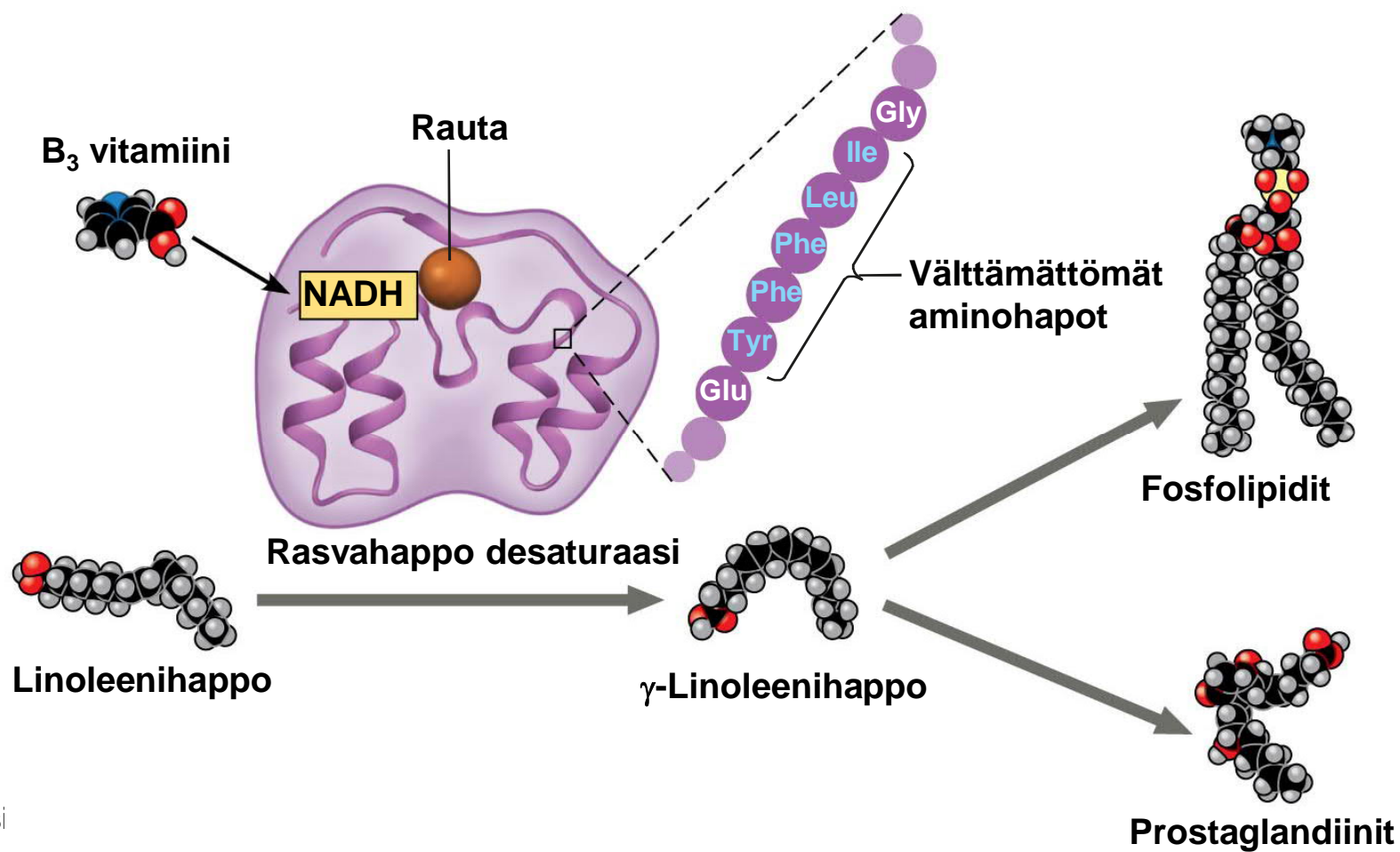
Aminohapot



Eläimet tarvitsevat 20 happoa ja pystyvät niistä puolet valmistamaan itse.

- Yleisimpien välttämättömien aminohappojen tarve on jopa 40 mg/kg/vrk.
- Proteiinitarve yhteensä aikuisilla 0,6 – 1 ja imeväisikäisillä 2 – 3 g/kg/vrk, mistä jopa neljäsosa on selittyä välttämättömien aminohappojen tarpeella.
- Monissa sairauksissa esiintyy puutetta myös useasta muuten ei-välttämättömästä aminohaposta.

Välttämättömät ravinteet toimivat yhdessä



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi



Eläinfysiologia ja histologia

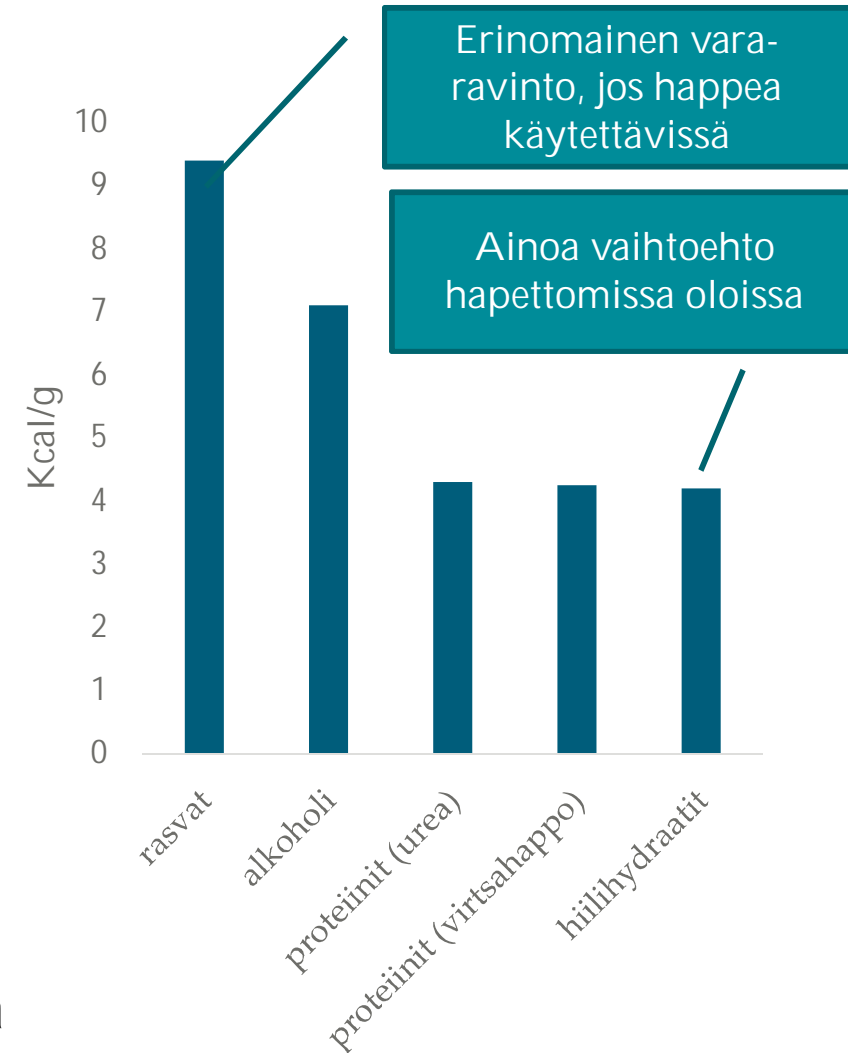
3122243 5 op

Energian saanti

Ravinnon energiasisältö

Biologisten makromolekyylien energiansisältö ja käytettävyys vaihtelee.

- Rasvat sisältävät ylivoimaisesti eniten energiaa painoon nähden, mutta niiden hajotus onnistuu ainoastaan mitokondrioissa hapellisissa oloissa. Vararavintona muuttolinnuilla
- Proteiinien ja hiilihydraattien hajotus vapauttaa jokseenkin saman verran energiaa, mutta ainoastaan hiilihydraatit voidaan hajottaa glykolyysillä hapettomissa oloissa.
- Proteiinien hajotuksessa vapautuvan energian määrä riippuu eritettävästä typpiyhdisteestä.



Ravinnon ja ravintoaineiden puute

Ravinnon puute, marasmi (undernutrition)

Immuunipuolustus heikkenee

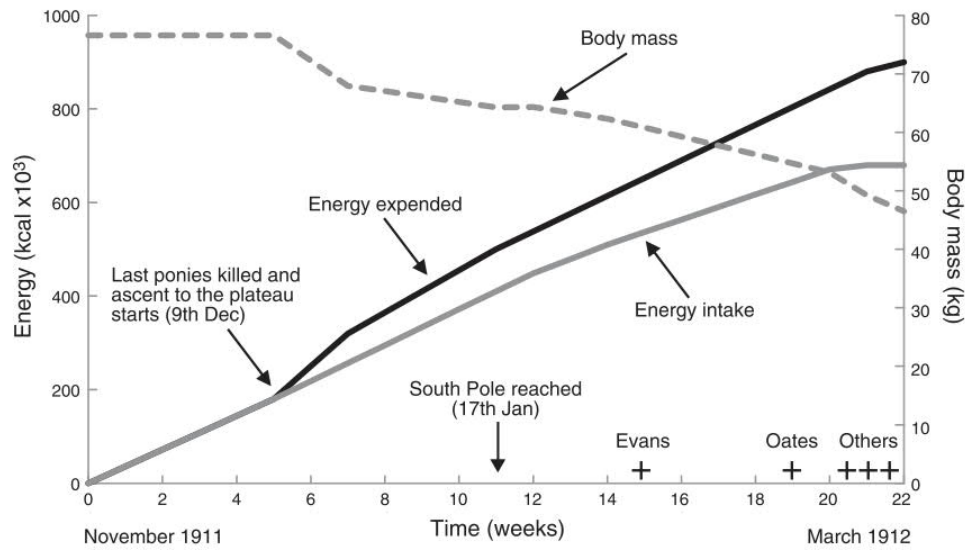
Energiankulutus kasvaa
sairauden aikana

Ravintoaineiden puute, kwasiorkor (malnutrition)

Kasvu hidastuu,
keskushermoston kehitys
häiriintyy, Lihasmassa vähenee

Vatsan turvotus

Energiankulutus rasituksessa

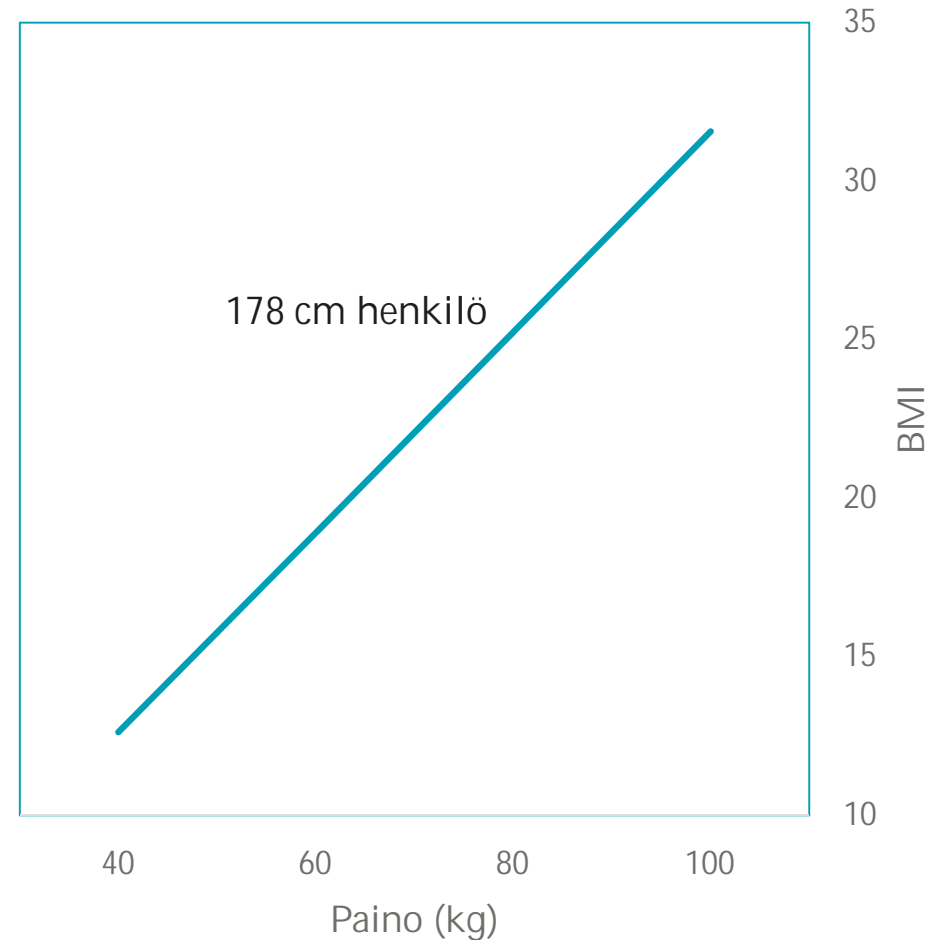


Halsey & Stroy 2012 Phys.Rev. 92:521-536

BMI

Painoindeksi (BMI) lasketaan jakamalla paino (kg) pituuden (m) neliöllä (kg/m^2).

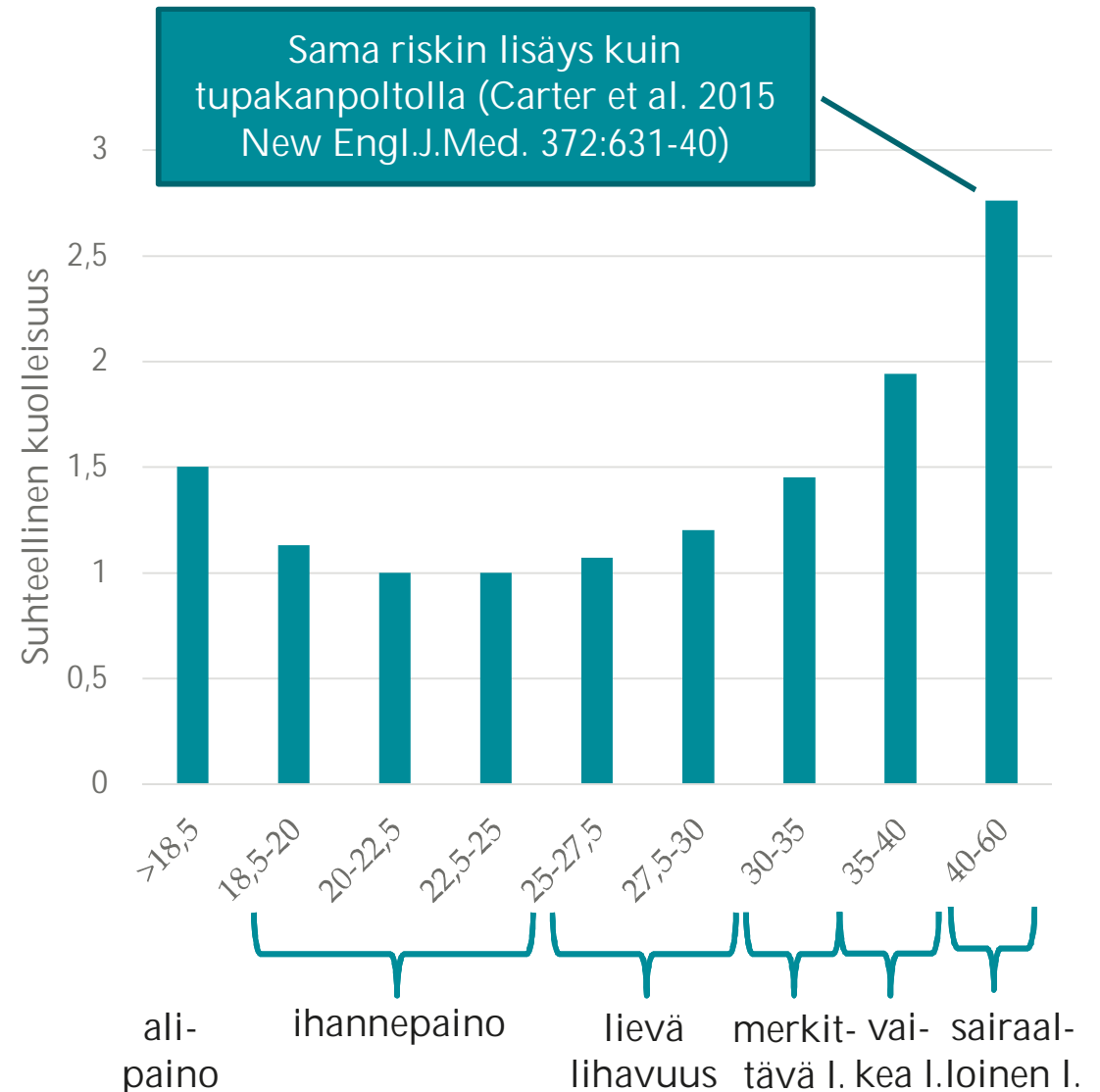
- Alipainoksi katsotaan BMI:n arvot $<18,5$ ja lihavuudeksi $\text{BMI}>25$
- Huomaa, että pituuden pysyessä vakiona, paino vaikuttaa painoindeksiin lineaarisesti.
- Korrelaatio massan ja lihavuuden välillä toimii väestöllisesti, mutta siinä pitää huomioida yksilölliset tekijät.



BMI ja terveys

BMI:n merkitystä terveyteen voidaan selvittää ainoastaan laajoilla seurantatutkimuksilla

- Laajin BMI:n riskeihin liittynyt metatutkimus sisältää 10,6 miljoonan ihmisen kuolleisuusseurannat.
- Sekä ali- että ylipaino lisäävät kuolleisuutta (huomaa, että alipainon on lievää lihavuutta vaarallisempaa)



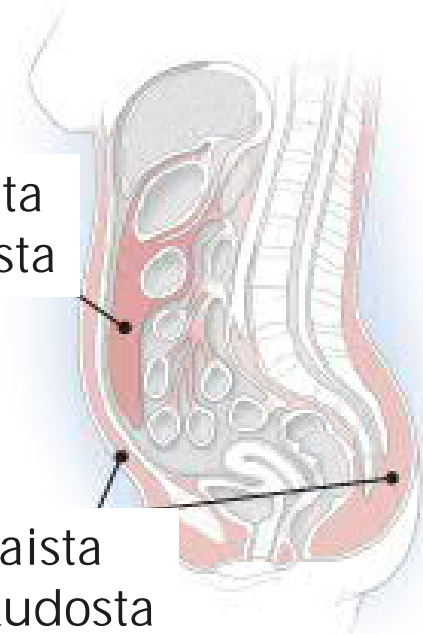
Ylipaino ja rasvakudos

Valkoista rasvakudosta kertyy sekä ihon alle että sisäelinten ympärille. Näistä jälkimmäinen on erityisesti haitallista:

- Altistaa tyypin-2 diabetekselle, sydän- ja verisuonitaudeille, rintasyövälle...
- Hormonaalisesti aktiivista (vähentää hyödyllisen adiponektiini-hormonin tuotantoa: heikentää solujen insuliiniherkyyttä)
- Tuottaa sytokiineja (esim. interleukiini-6): kohottaa verenpainetta, indusoi tulehdusvastetta).

Viskeraalista
rasvakudosta

Ihonalaista
rasvakudosta



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi





Eläinfysiologia ja histologia

3122243 5 op

Tavat ruokailulle ja ruoansulatukselle

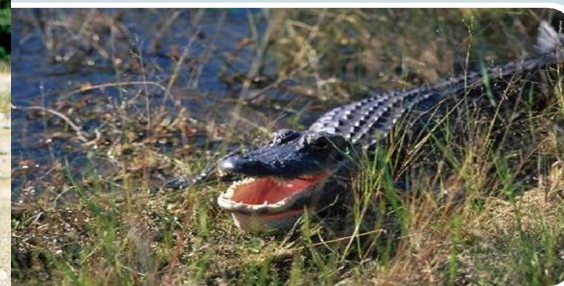
Ravinto



Herbivori
kasvinsyöjät



Omnivorit
Sekaravinnon
syöjät

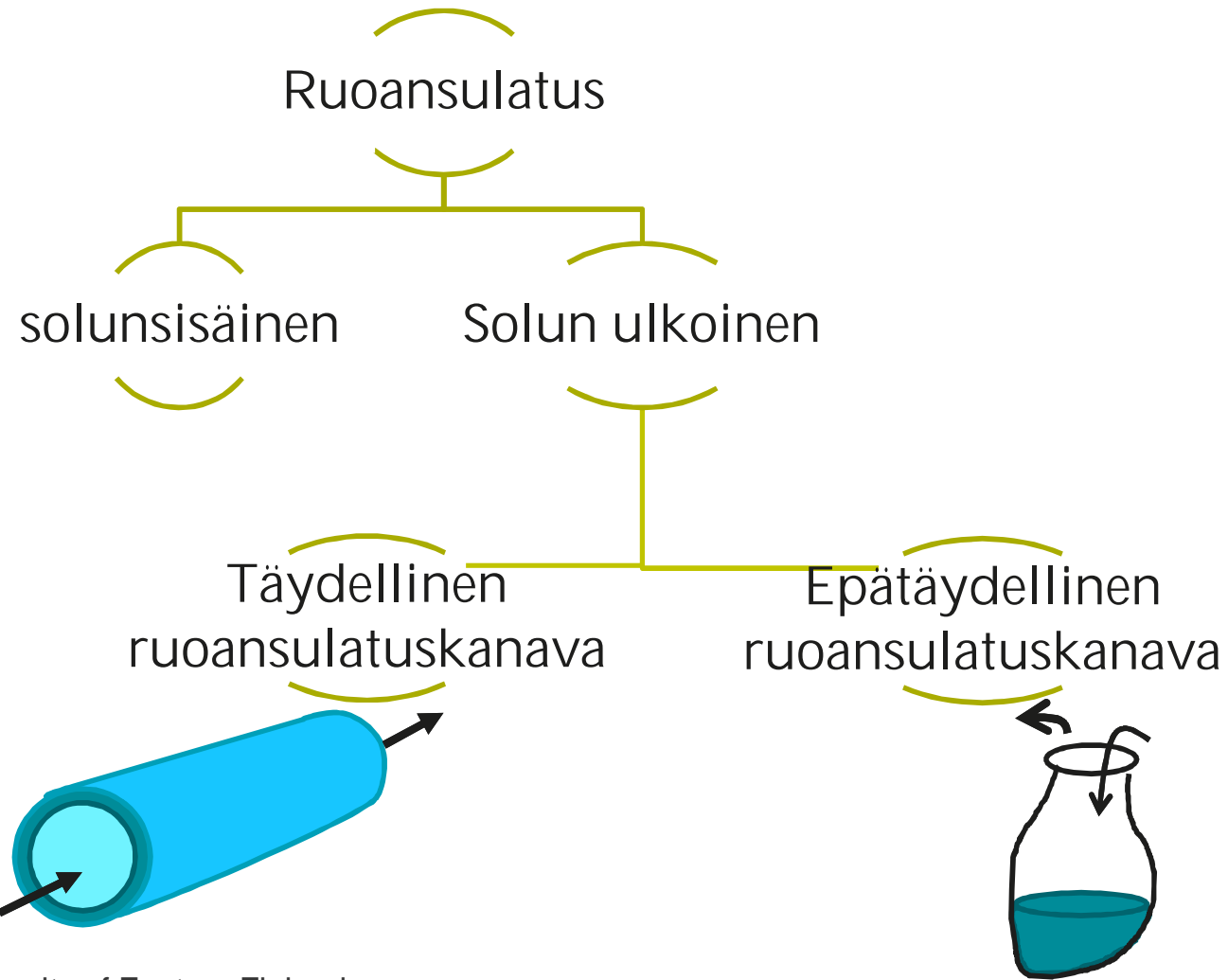


Karnivorit
lihansyöjät

Ruokailutapa

Ruokailu voidaan jakaa myös ravinnon rakenteen perusteella

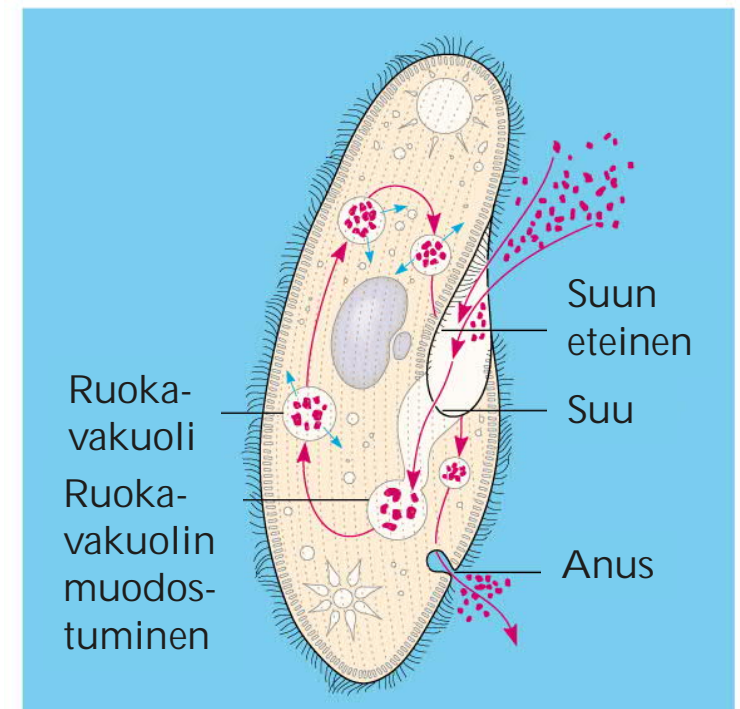
1. Suspension syöjät
2. Alustan syöjät
3. Nesteiden syöjät
4. Suurten kappaleiden syöjät



Solunsisäinen ruoansulatus

Yksisoluiset eläimet eivät pysty rakentamaan ruoansulatuselimistöä

- Ainoa vaihtoehto on endosytoosi (fagosytoosi tai pinosytoosi)
- Ruokavakuoli sulautuu lysosomiin ja hajotetaan pieniksi palasiksi
 - Sama menetelmä on käytössä myös meillä taudinaiheutajien tuhoamisessa ja viallisten soluelinten kierrätyksessä
 - Endosytoosiin liittyy yleensä eksosytoosi (vastaa ulostamista)

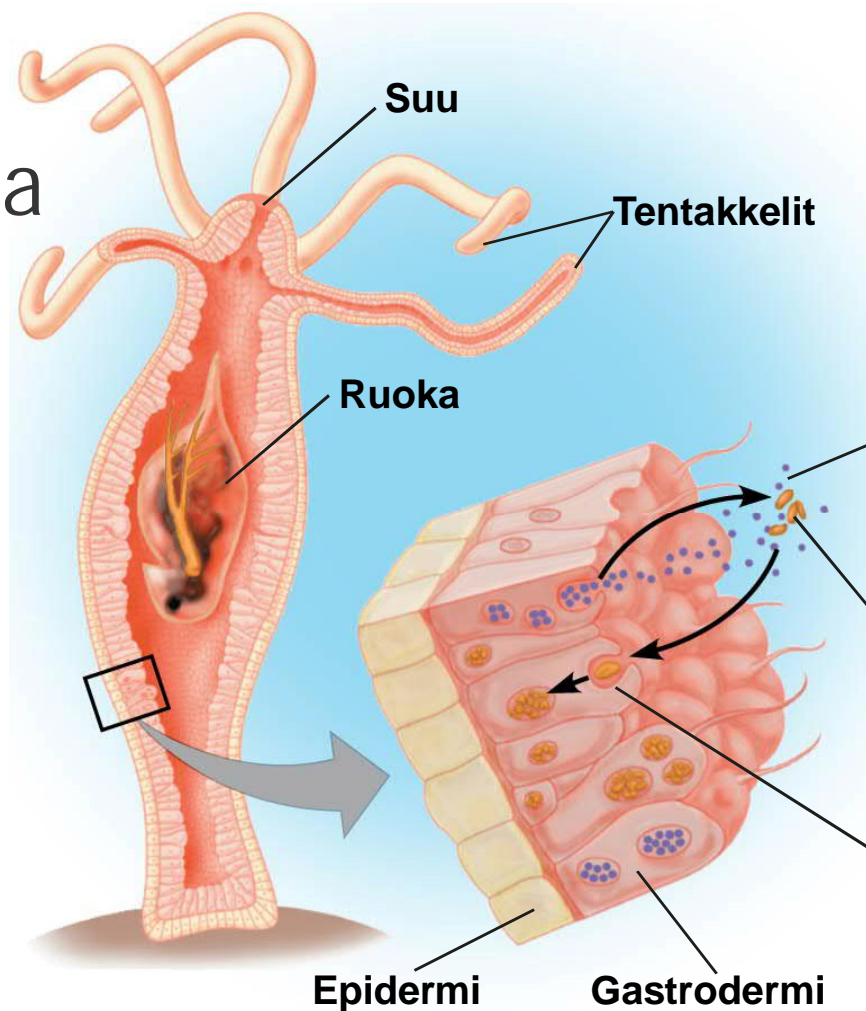


©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Epätäydellinen ruoansulatuskanava

Hydra on esimerkki eliöstä, jolla ruoansulatus tapahtuu eliön sisällä, solujen ulkopuolella.

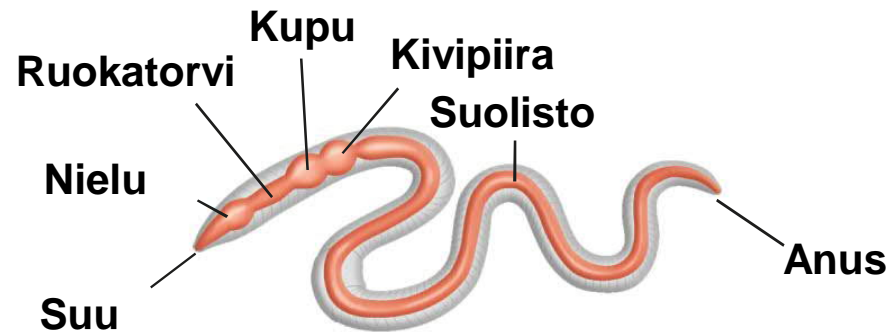
- Yksiaukkoinen gastrovaskulaariontelo (ruoka ja jätteet samasta aukosta).
- Solut erittävät ruoansulatusentsyymit onteloon



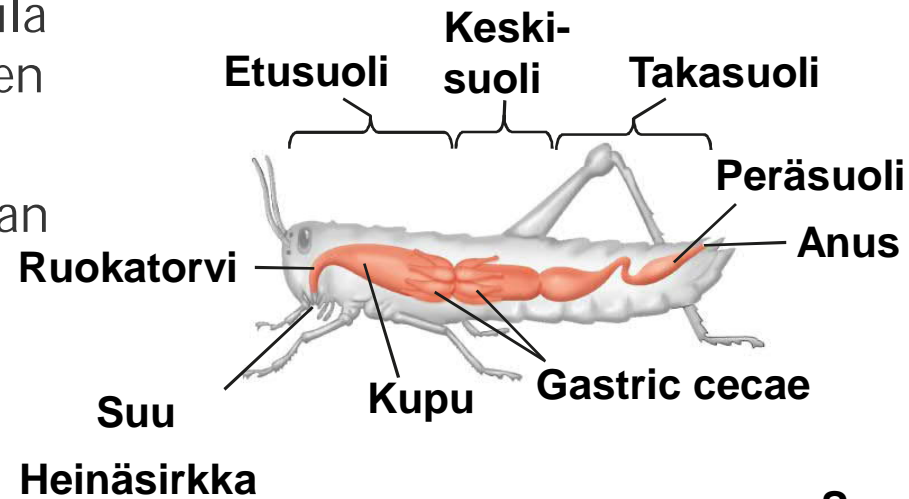
Täydellinen ruoansulatuskanava

Täydellinen ruoansulatus tarkoittaa, että ruokasula kulkee kanavassa yhteen suuntaan.

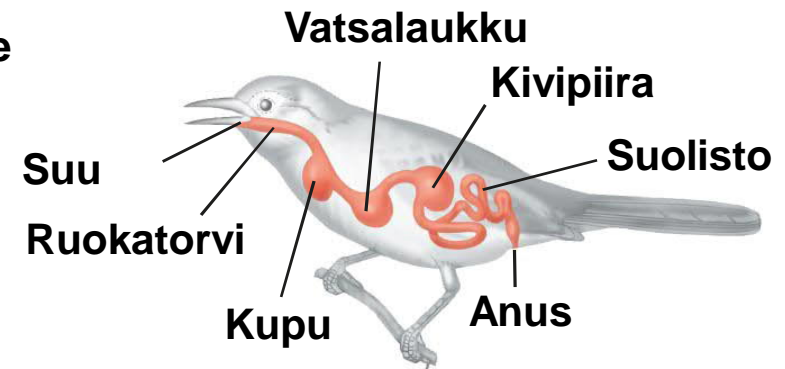
- Mahdollistaa kanavan osien erilaistumisen
- Esim. kupu ja maha soveltuvat ruoan varastointiin
- Lihasmaha (kivipiira) ruoan hienontamiseen



Kastemato



Heinäsirkka



Lintu

Ruoansulatuksen vaiheet

Millaisina palasina ravinto on nieltävissä?

1 NIELEMINEEN

Mekaaninen hajotus

Miten helposti ravinto on pilkottavissa ja onko eläimellä itsellään siihen tarvittavat entsyymit?

2 RUOANSULATUS

Kemiallinen hajotus (entsymaattinen hydrolyysi)

Millaiset molekyylit saadaan imeytymään verenkiertoon?

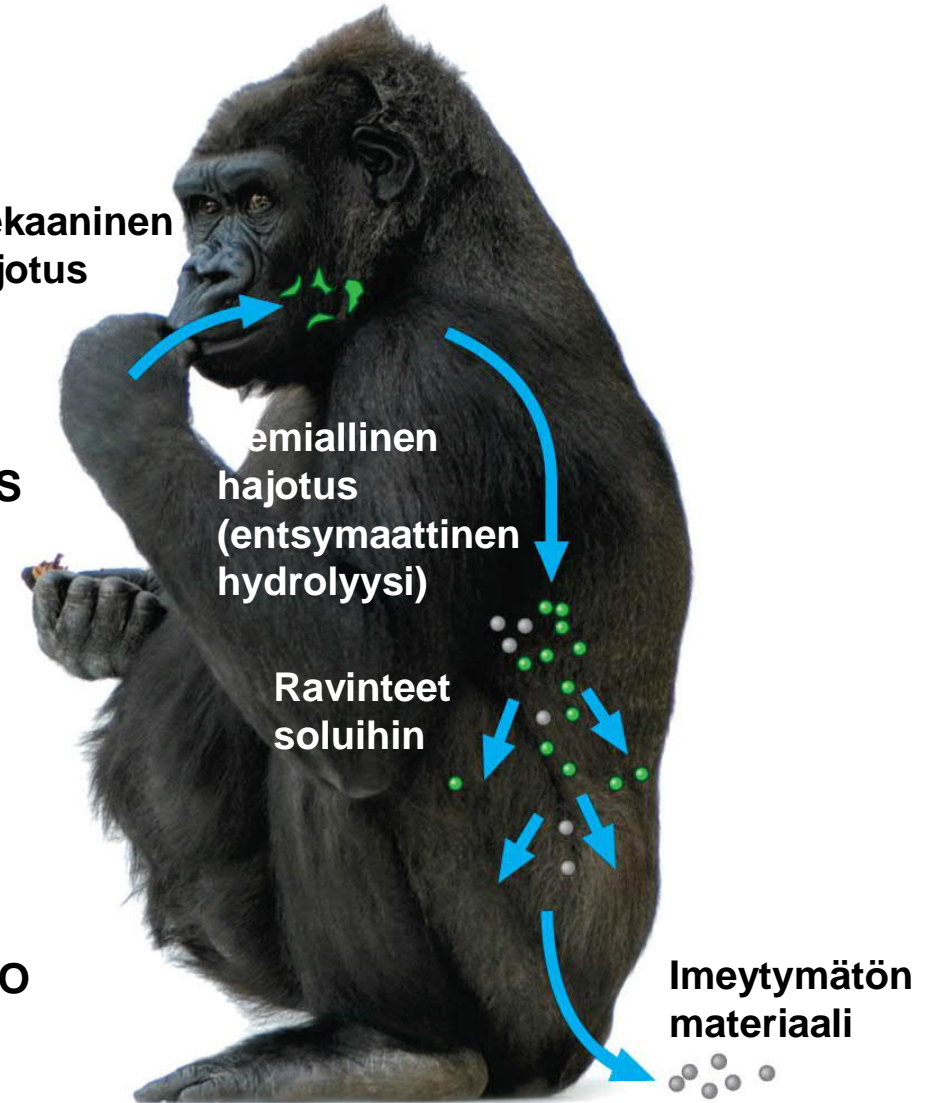
3 RAVINNON IMEYTYMINEN

Ravinteet soluihin

Mitä ja miten paljon kuona-aineita pitää erittää?

4 KUONAN POISTO

Imeytymätön materiaali



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi



Eläinfysiologia ja histologia

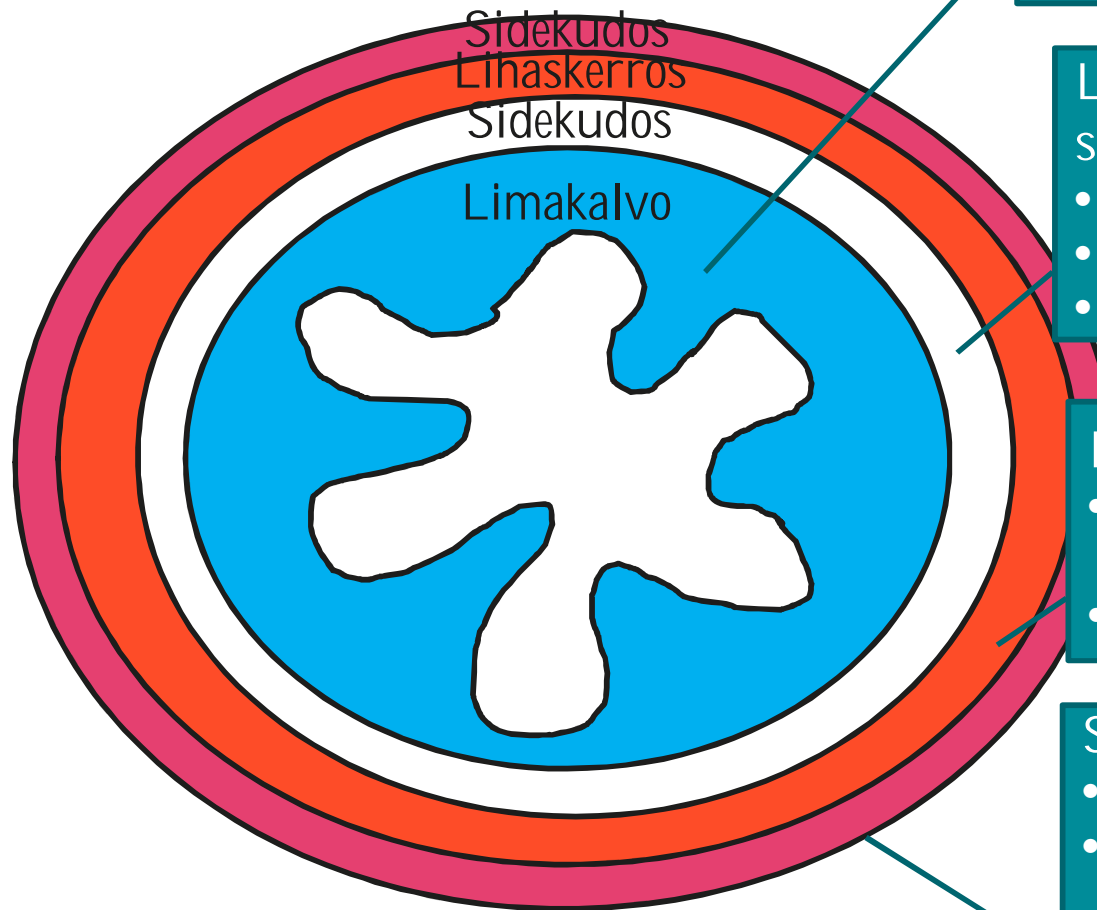
3122243 5 op

Suuntelo

Vesa Paajanen

UEF // University of Eastern Finland

Ruuansulatuskanava



Limakalvo (tunica mucosa)

- Epiteeli
- Löyhä sidekudos (Lamina propria)
- Limakalvon lihaskerros (muscularis mucosae)

Limakalvon alapuolinen sidekudos (tunica submucosa)

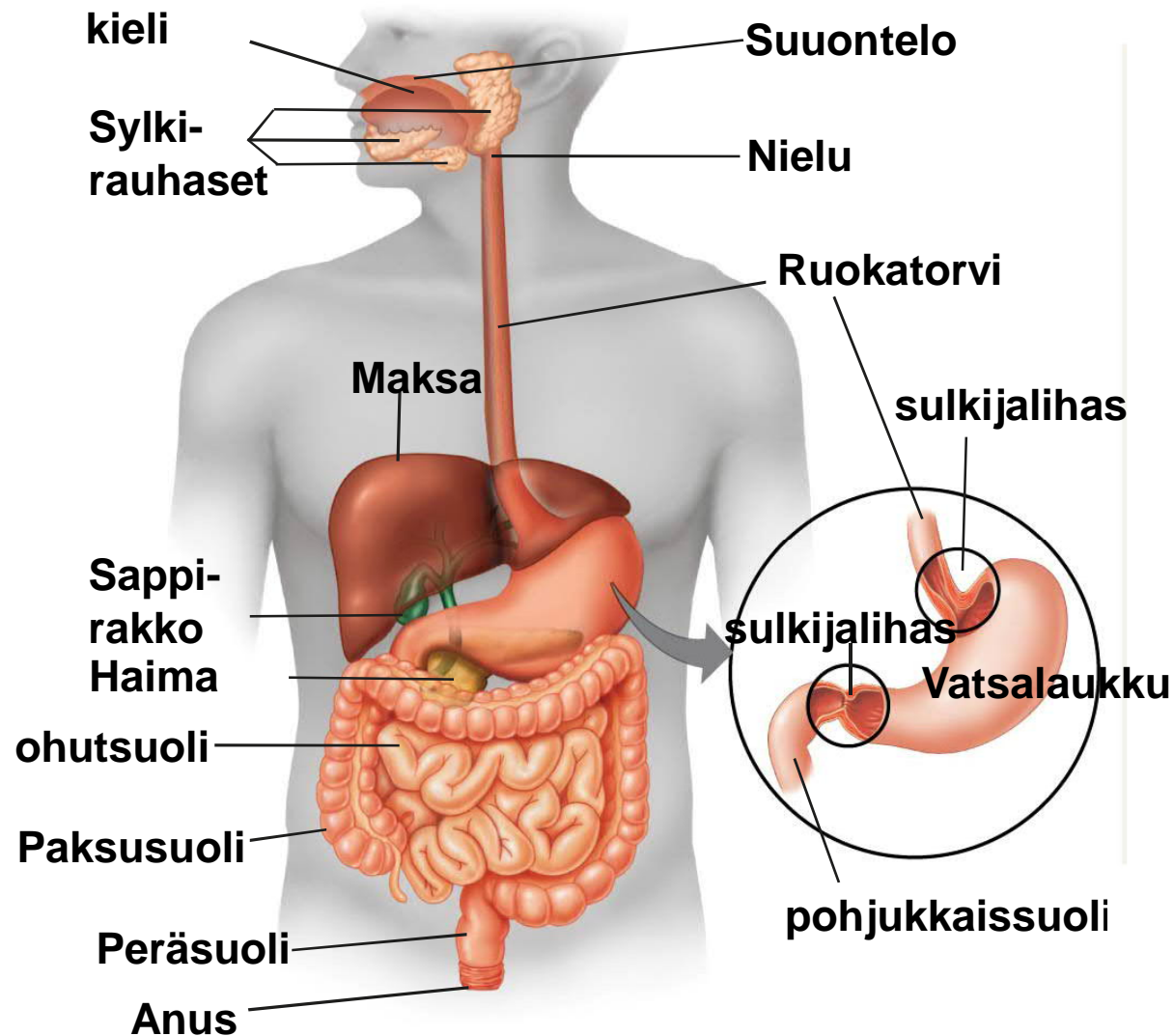
- Verkkomaista sidekudosta
- Veri ja imusuonia
- Hermoja ja rauhasia

Lihaskerros (tunica muscularis)

- Poikkijuovaista tai sileää lihasta rengas-/vinottais- ja pitkittäislihas
- Hermoja

Sidekudos (tunica adventitia/serosa)

- Sidekudos ja epiteeli
- Serosa kiinnittää vatsaontelossa elimet suoliliepeeseen,
- Ruokatorven/peräsuolen ympärillä adventitia



Nieleminen

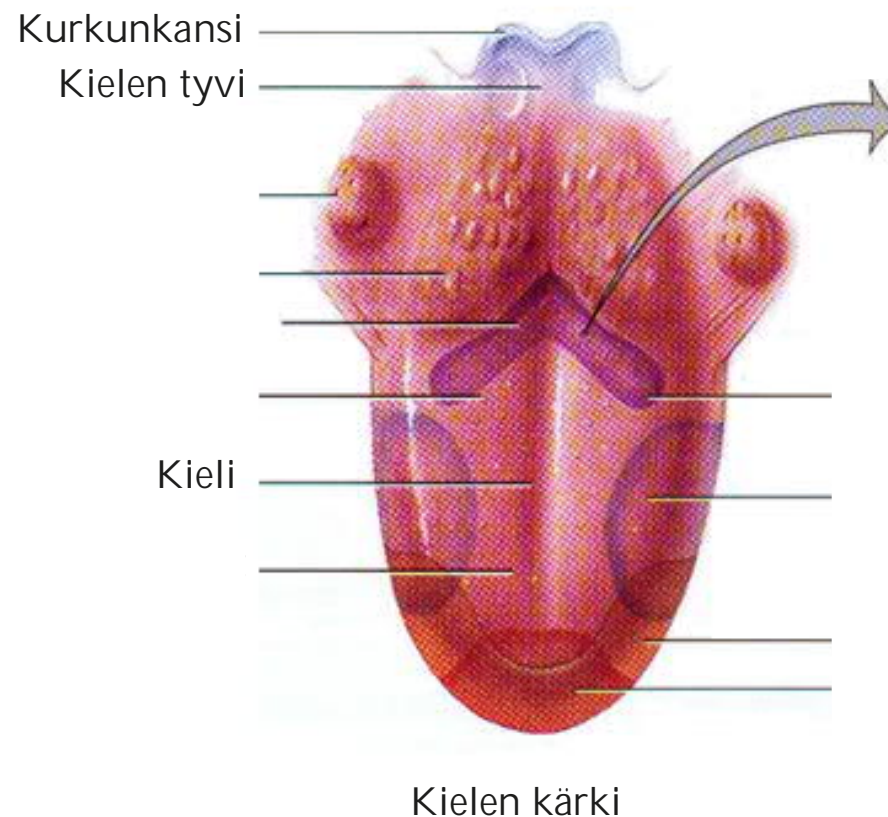
Ruonsulatus alkaa suuontelossa

- Sylkirauhasten erite nesteyttää ruokaa
- Hampaat pienentävät ruoan pienemmiksi paloiksi
- Sylki on muutakin kuin vettä ja sillä on monia tehtäviä
 - Amyloosa-entsyymi pilkkoo pitkiä sokereita (jos ruokaa maltaa pureskella)
 - Syljen sisältämä vesi tekee ruoan helpommin nieltäväksi. Tämä lisää myös ruoan maistuvuutta
 - pH:n puskurointi ja bakteerien, virusten ja sienten tuhoaminen
 - Kalsiumin ja fosfaatin lisääminen kiilteeseen (hampaiden korjaus)
 - Kudosten korjaus

Kieli

Kieli on poikkijuovainen lihas, jonka pinnassa on limakalvo.

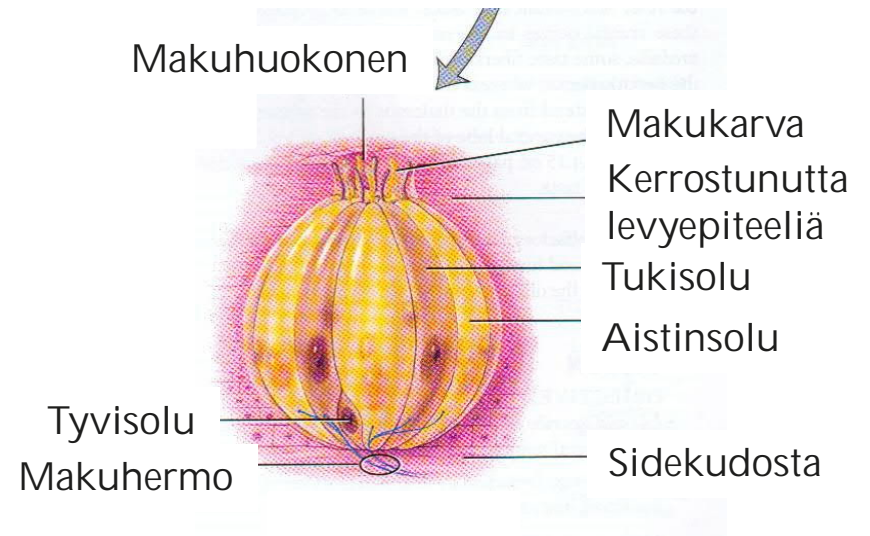
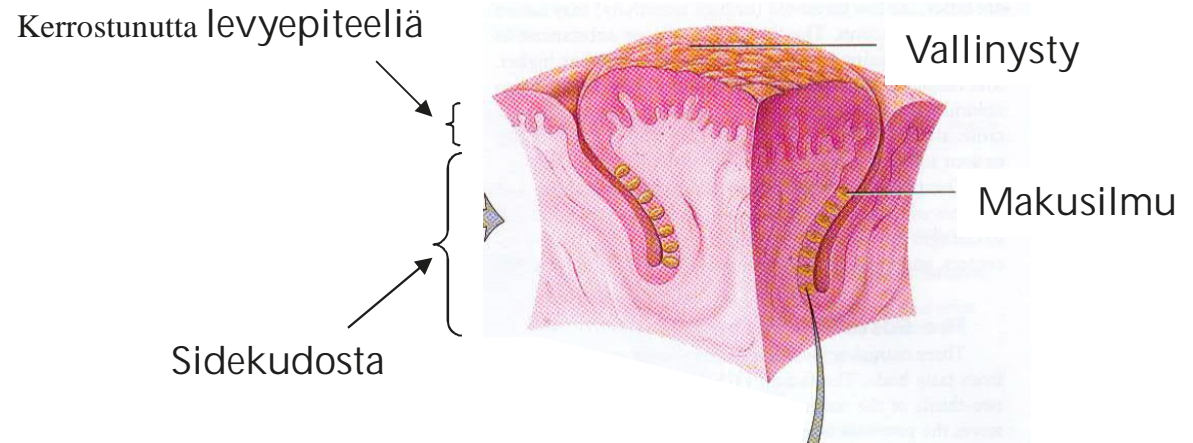
- Limakalvo koostuu pinnalta kerrostuneesta levyepiteelistä (yläpinnalla keratinisoitunut, alapinnalla keratinisoitumaton)
- Kielessä on myös sylkirauhasia.
- Kielen takaosassa on risoja (imukodosta).
- Makuaisti tapahtuu erilaisten nystyjen avulla, mutta makureseptorit eivät sijaitse kielessä omilla alueilla.



Makuaisti

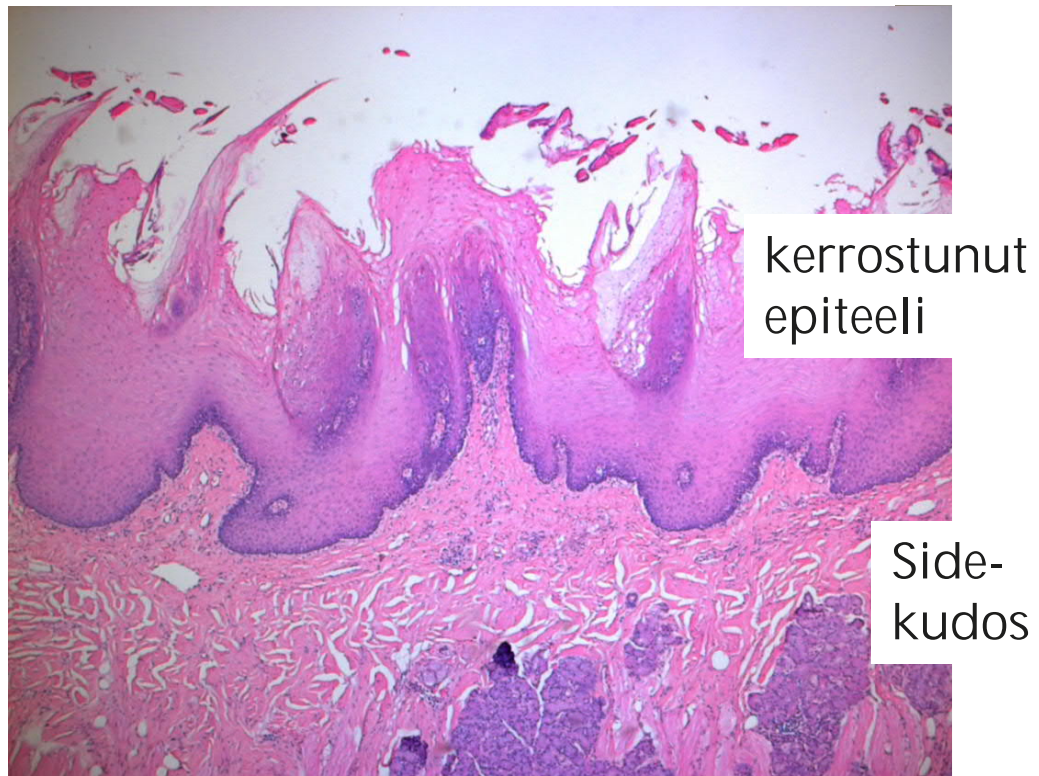
Kielen ulkopinta on voimakkaalla rasituksella, minkä vuoksi maistaminen tapahtuu nystyjen reunoilla

- Kielen pinnalla on neljän mallisia nystyjä
 - Rihmanystyt
 - Sieninystyt
 - Lehtinystyt
 - Vallinystyt
- } makusilmuja
- Kaikissa makusilmuissa aistinsoluja kaikille 5 maulle!!

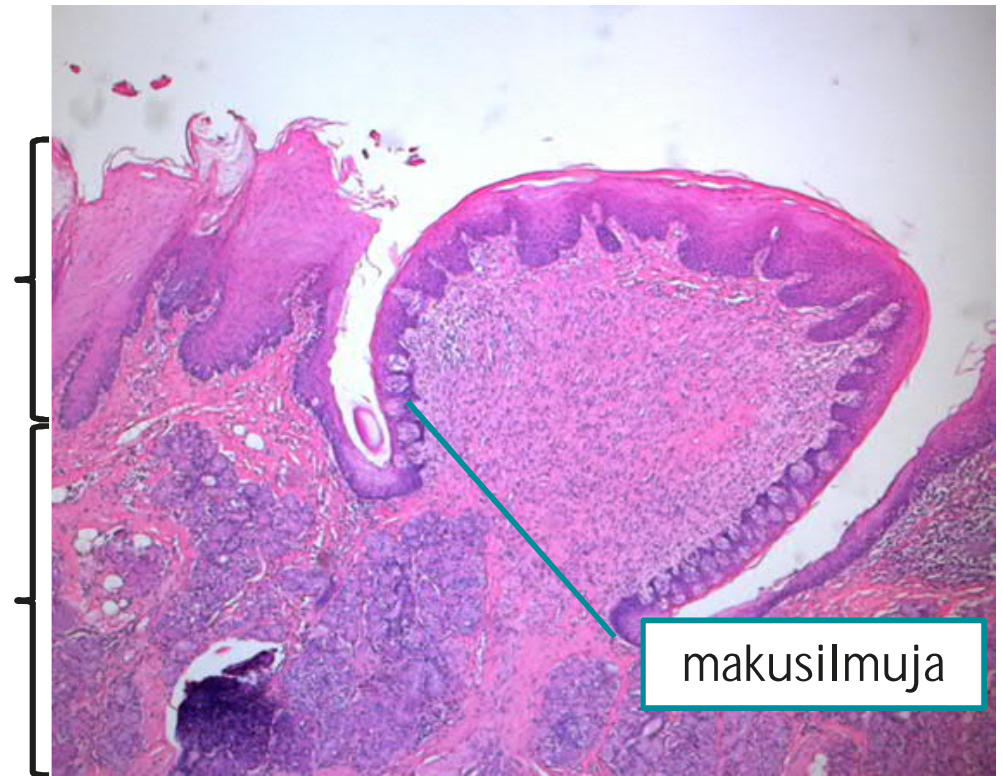


Nystyt

RIHMANYSTY



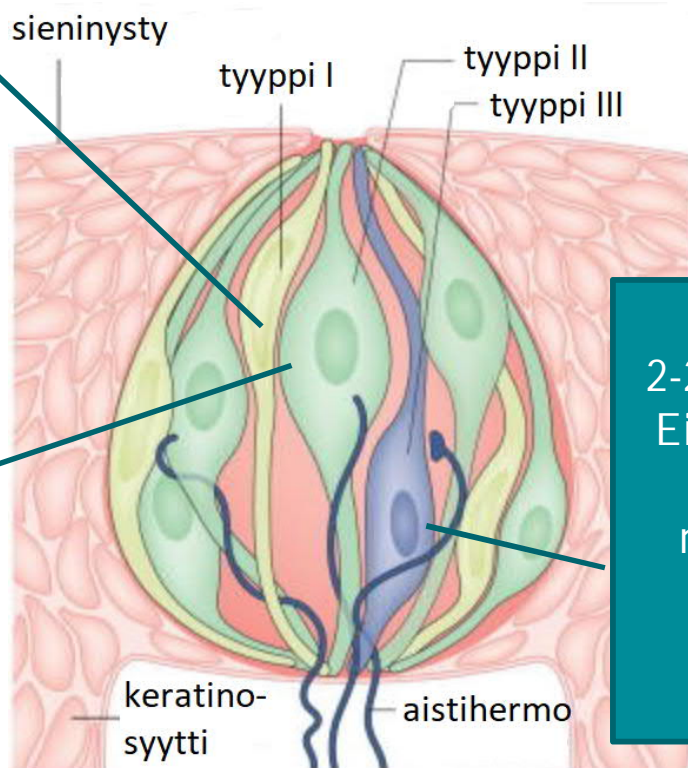
SIENINYSTY



Makusilmut

Tyyppi I
50 % soluista,
apusolu (tuhoaa
hermovälittäjä-
aineita)

Tyyppi II
30% soluista
Makuaisti-
reseptorit (G-
proteiinivälitteis-
iä), aistivat joko
yhtä tai
muutamaa
makua

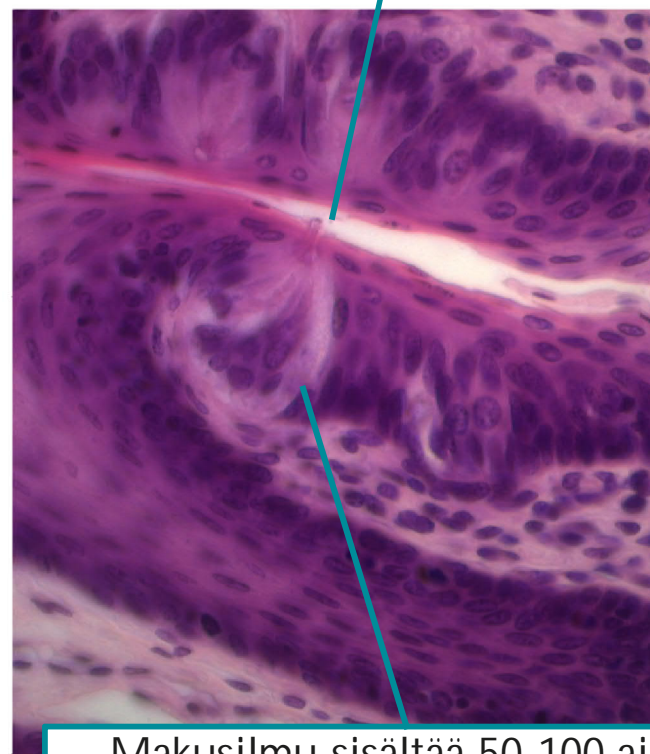


Tyyppi III
2-20% soluista,
Ei G-proteiini-
välitteisiä
reseptoreita,
aistivat
luultavasti
hapanta

Roper & Chaudhari 2018

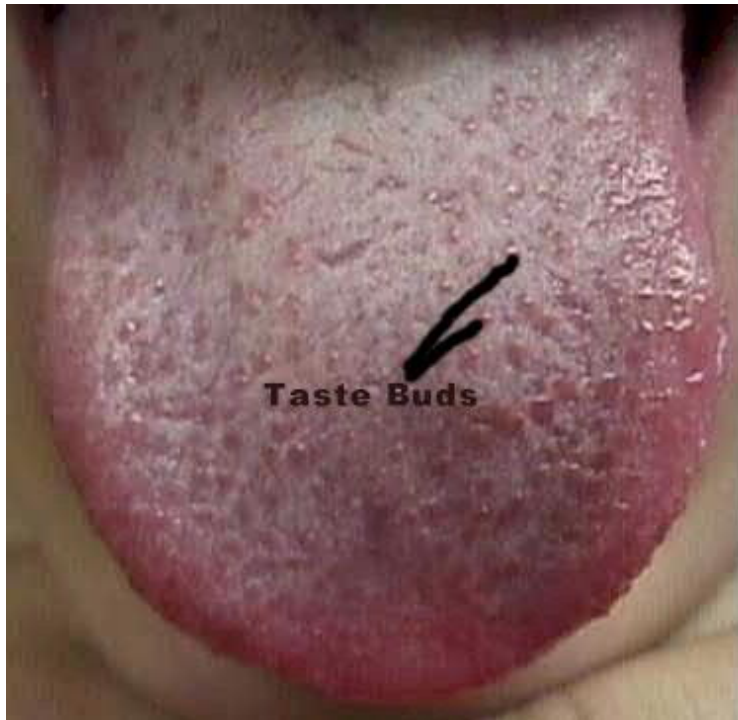
UEF // University of Eastern Finland Nat.Rev.Neurosci 18: 485-97

Makusilmun aukko
(makuhuokonen)



Makusilmu sisältää 50-100 aistin ja
tukisolun, 10% silmuista uusiutuu
päivittäin

Makusilmut ovat hyvin näkyviä, mutta kielellä on myös muita tehtäviä



Hammas

Kiille

paksuus 2 mm, 98% kalsiumhydroksiapataattia
[Ca₅(PO₄)₃(OH)], solut adamantoblasteja

Hammasluu

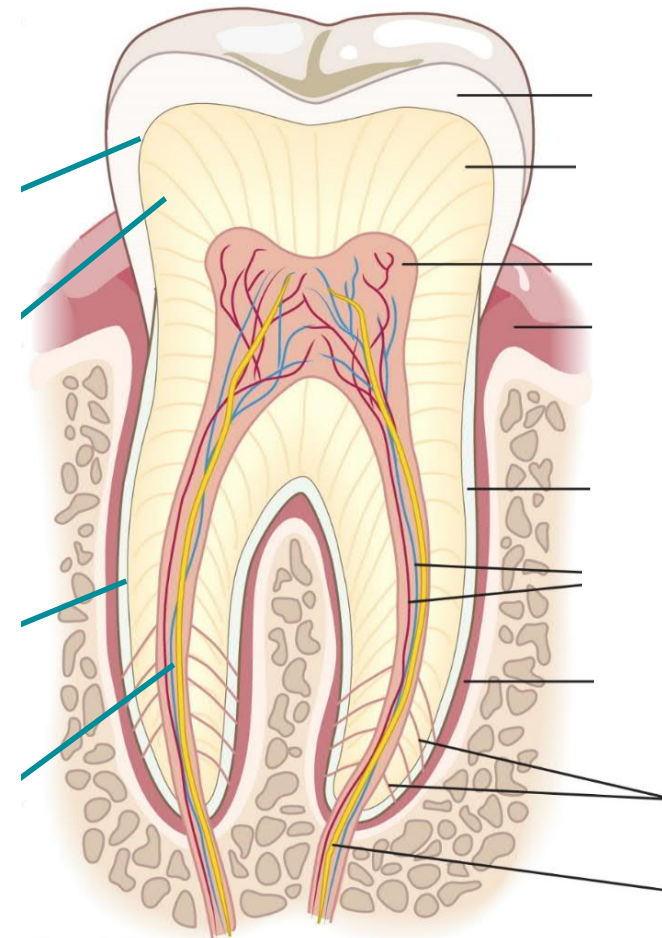
70% kalsiumhydroksiapataattia [Ca₅(PO₄)₃(OH)],
kollageenia, glukosaminoglykaania, solut
adamantoblasteja

Hammassementti

luumaista kudosta, 50% epäorgaanista materiaalia,
Solut sementosyyttejä

Hampaan ydin

Sidekudosta, Sisältää verisuonet ja hermot



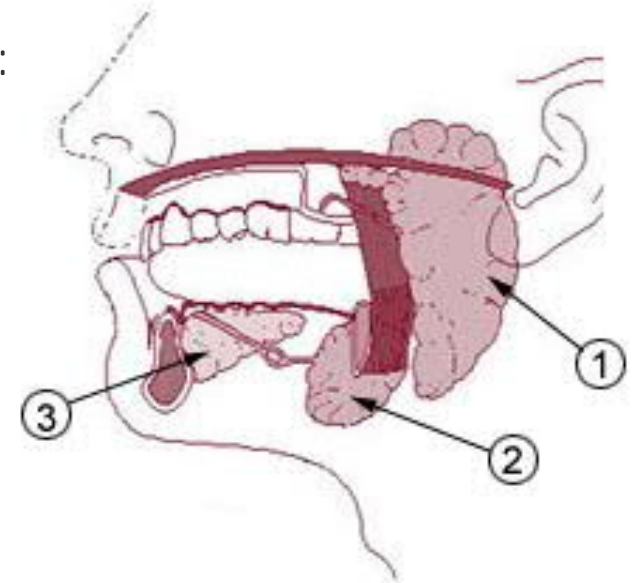
© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

Sylkirauhaset

Sylkirauhasia hyvinkin yksinkertaisilta eläimiltä, kuten sukkulamadolta *C.elegans*. Ihmisellä sylkirauhasia on kolme:

1. Korvanalussylkirauhanen. Vetisen sylkinesteen eritys, pääasiassa ruokailujen välillä
2. Leuanalussylkirauhanen. Sitkeää sylkinestettä, 70% syljestä
3. Kielenalussylkirauhanen. Sylkineste edellisten väliltä.

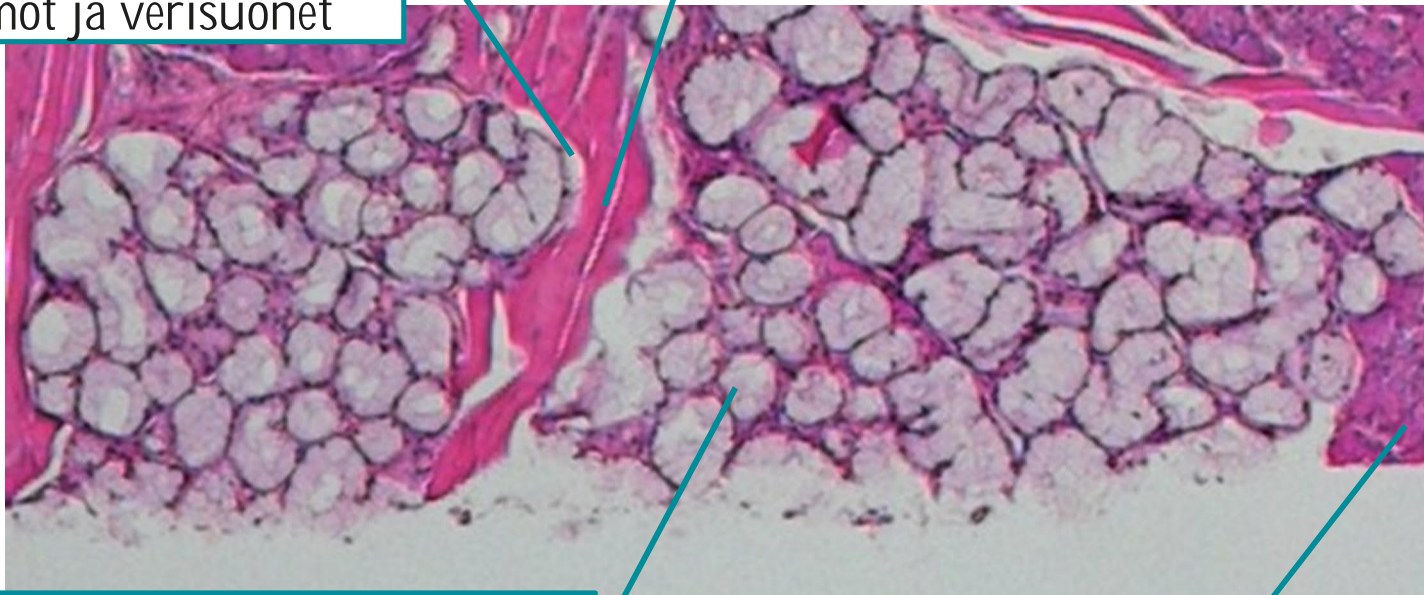
Sylkirauhasten rakenne on pääpiirteittäin sama: Rauhaskammioihin tuotettu sylkineste johdetaan asteittain paksuneviin tiehyihin, jotka kuljettavat syljen lopulta suuonteloon.



Kielenalussylikirauhaset

Sidekuduskapseli lohkoo
sylikirauhasen
Sisältää hermot ja verisuonet

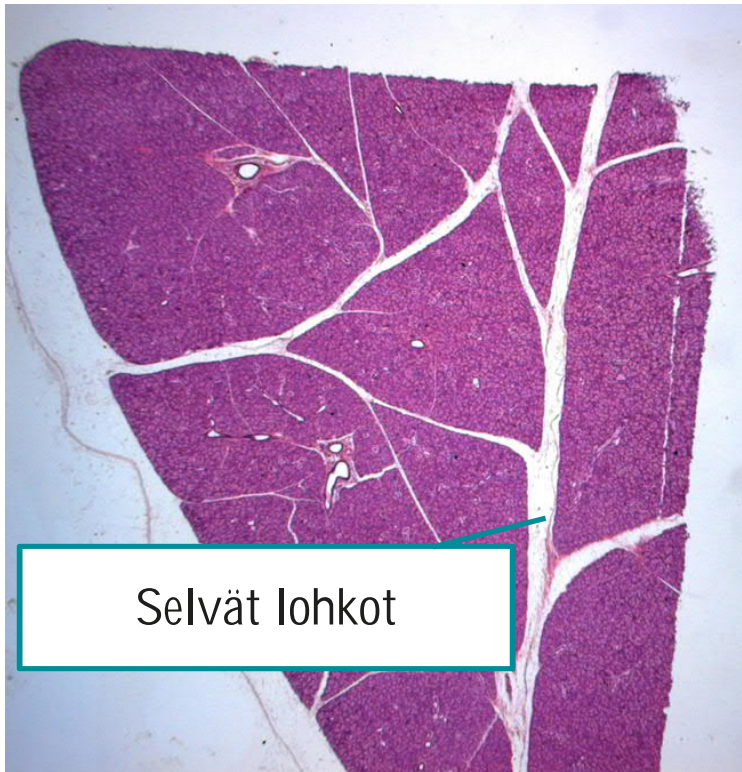
Lihassoluja



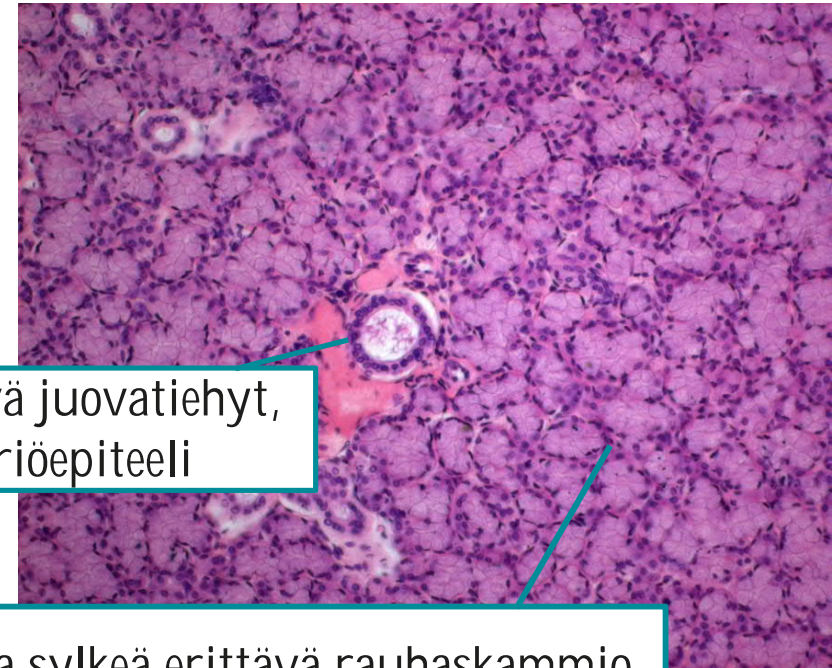
Rauhaskammio
Ympäröivät solut vaaleita, tumat
kammion tyvellä

Vesipitoista sylkeä erittävä
rauhaskammio
Ympäröivät solut tummia

Korvanalussyylkirauhaset



Selvät lohkot



Erittävä juovatiehyt,
lieriöepiteeli

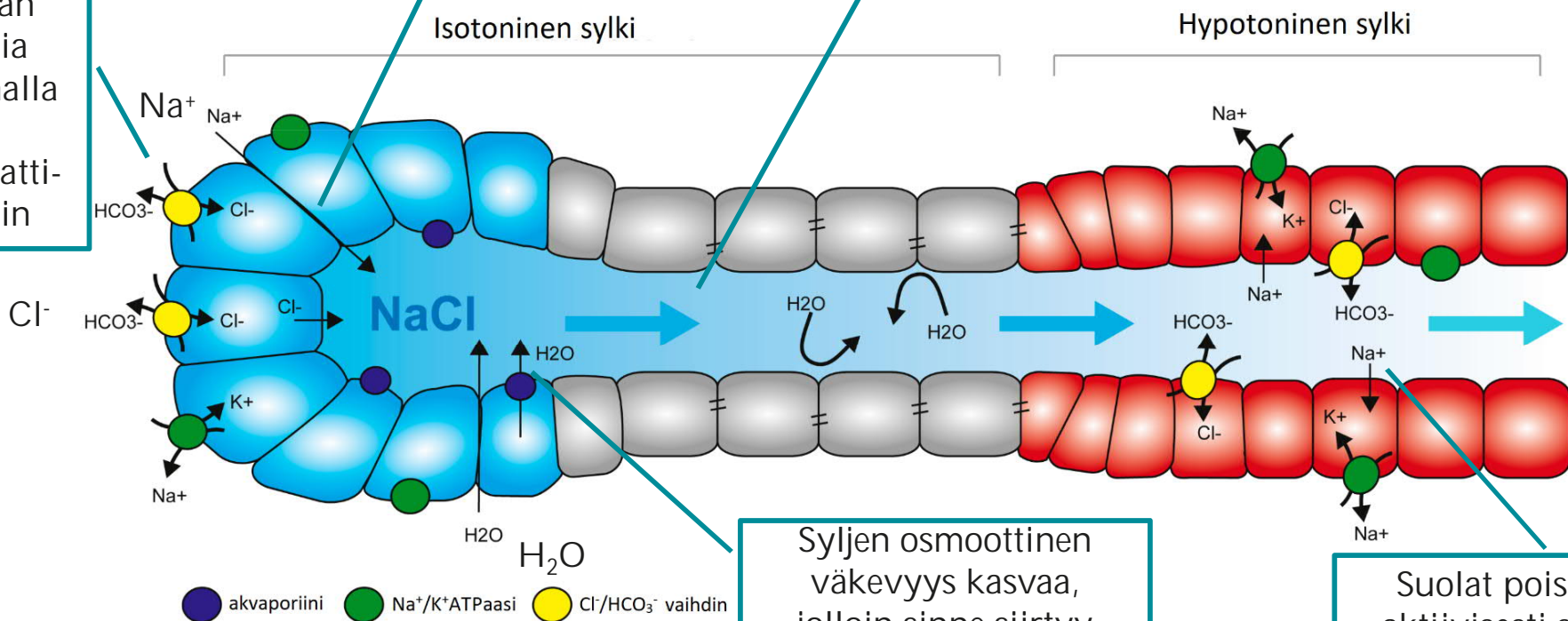
Vesipitoista sylkeä erittävä rauhaskammio
Ympäröivät solut tummia, tuma keskellä

Syljen erityys

Sylkeen eritetään kloridia vaihtamalla sitä karbonaatti-ioneihin

Positiivisesti varautuneen natriumin on seurattava mukana.

Sylkirauhasen ympärillä olevat lihassolut supistuvat, jolloin sylkeä eritetään pumppaamalla

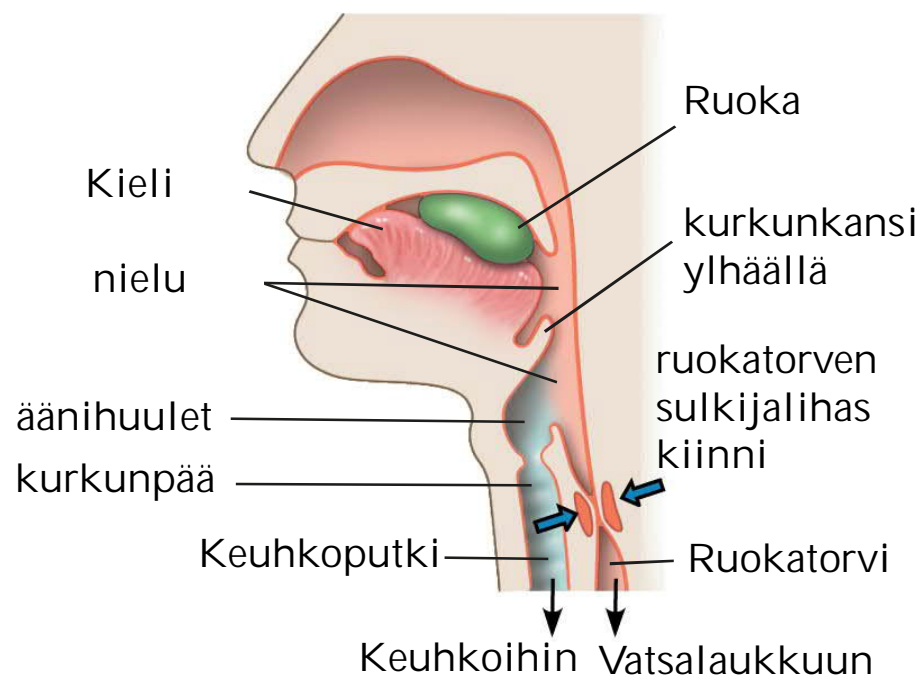


Syljen osmoottinen väkevyys kasvaa, jolloin sinne siirtyy vettä

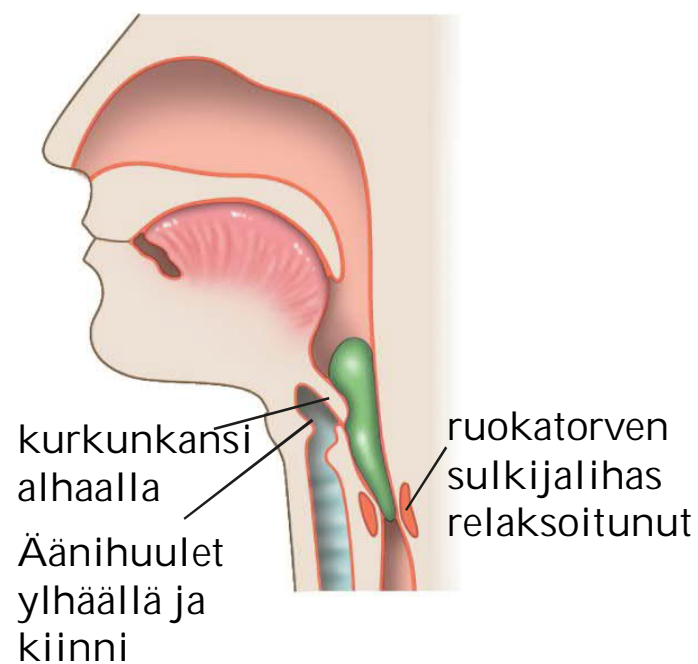
Suolat poistetaan aktiivisesti syljestä, jolloin sen osmoottinen paine alenee.

Porcheri & Mitsiadis 2019 Cells 8: E976

Nieleminen



Keuhkoputki auki



Ruokatorvi auki

Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi



Eläinfysiologia ja histologia

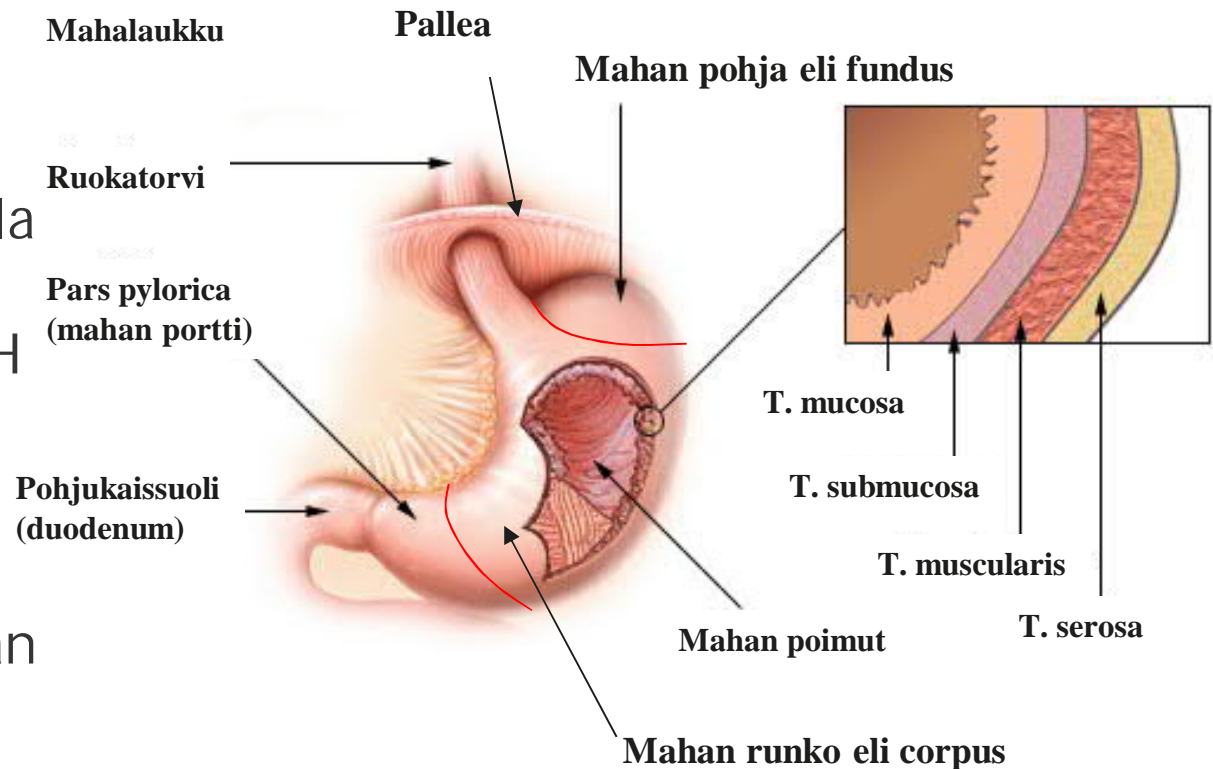
3122243 5 op

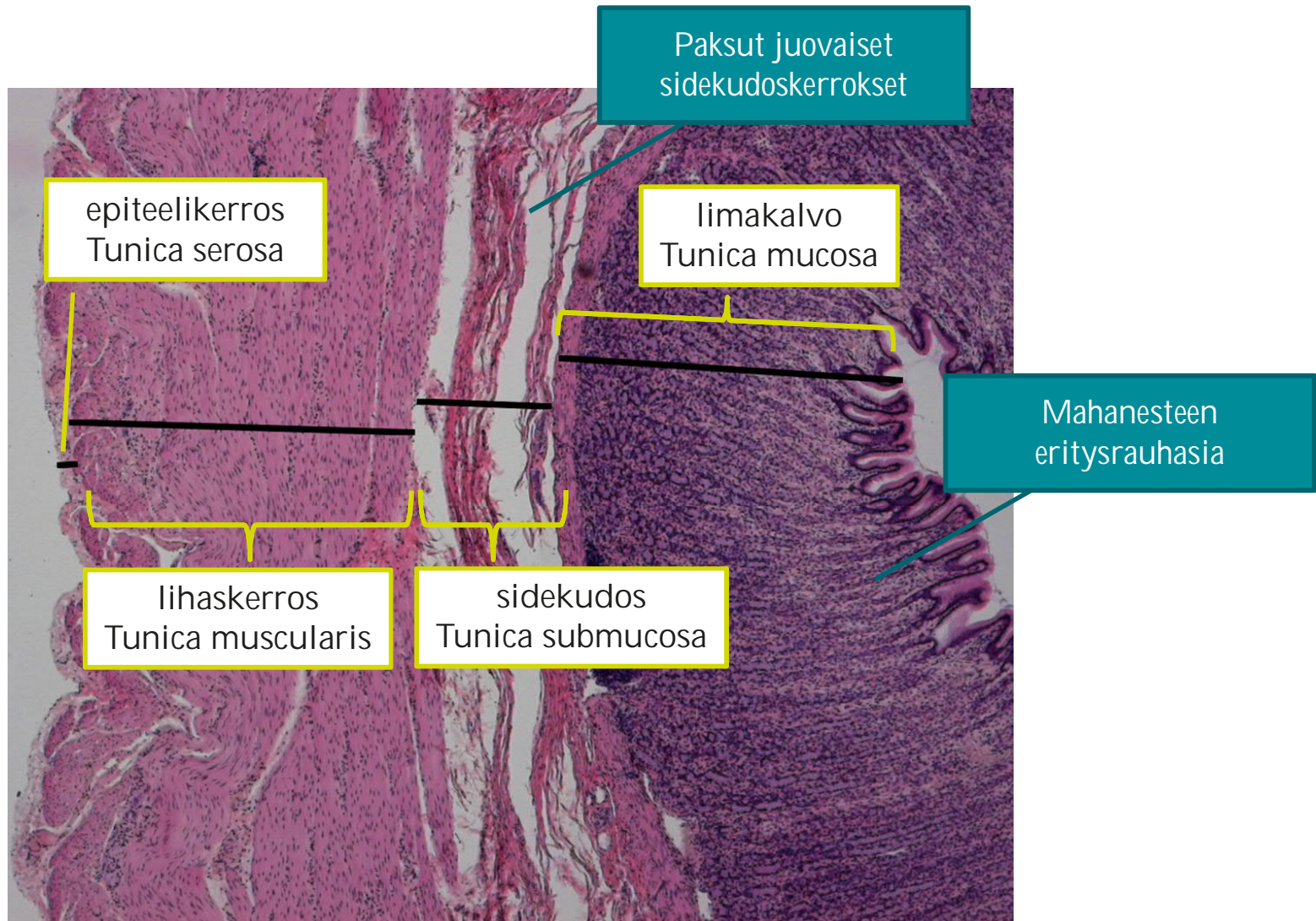
Mahalaukku

Mahalaukku

Maha toimii ruokavarastona (tilavuus 2 l)

- Sen poimuisen sisäpinnan alla on mahanesterauhasia, joista eritetään erittäin hapanta (pH 2) nestettä
- Hapan erite tuhoaa taudinaiheuttajia ja aktivoi pepsiini-entsyymin toiminnan (proteiinien hajotus)



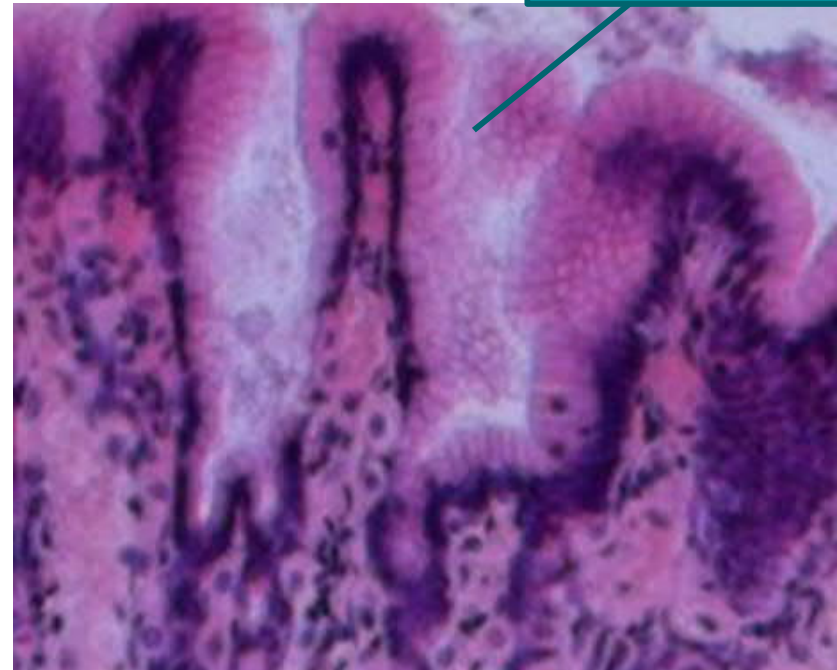


Mahalaukun pinta

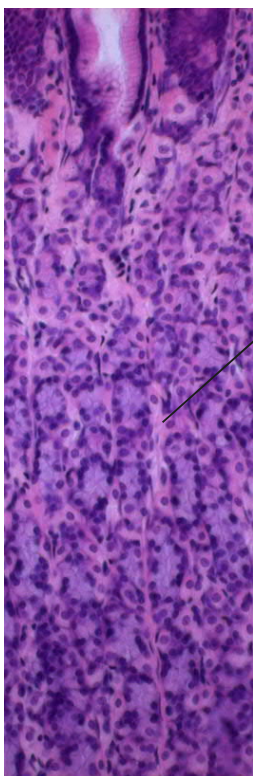
Vatsalaukun pinnassa on pieniä kuopakkeita, jotka jatkuvat hyvin ohuina mahanesterauhasina limakalvon sisällä.

- Kuopakkeissa havaitaan usein vaaleita limajyväsia
- Huomaa, että kuopakkeet ovat makroskooppisia ja niiden pinta ei ole mikrovillusten peittämä.

Vaaleita limajyväsia



Mahanesterauhanen



Mahalaukun
kuopakkeita

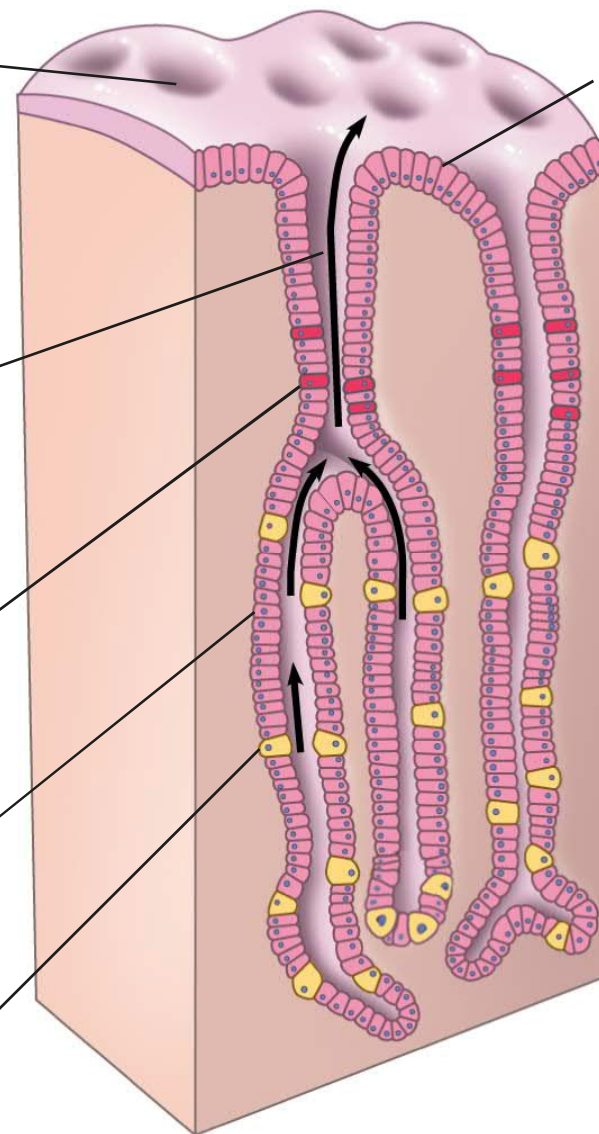
lieriö-
epiteeli

mahanesterauhanen

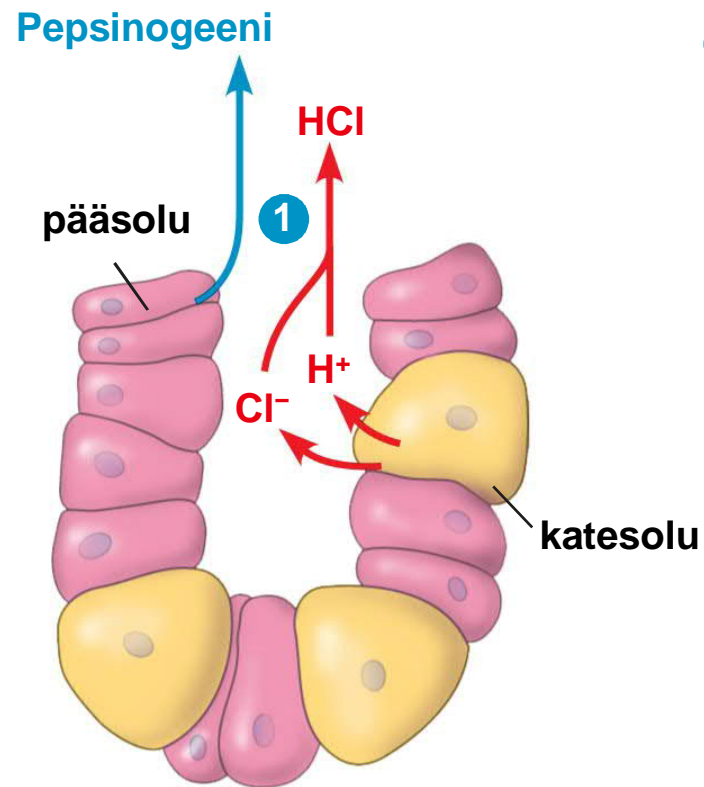
limaa erittävä solu

pääsolu

katesolu



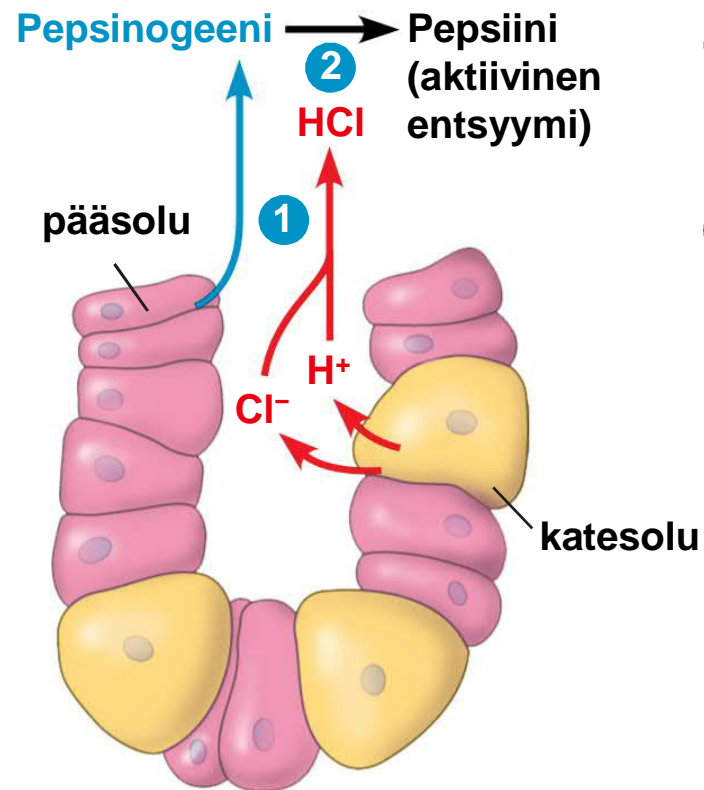
Pepsiinin tuotto



Mahanesteen tuotto

- 1 Pepsinogeeni ja suolahappo HCl eritetään rauhasesta

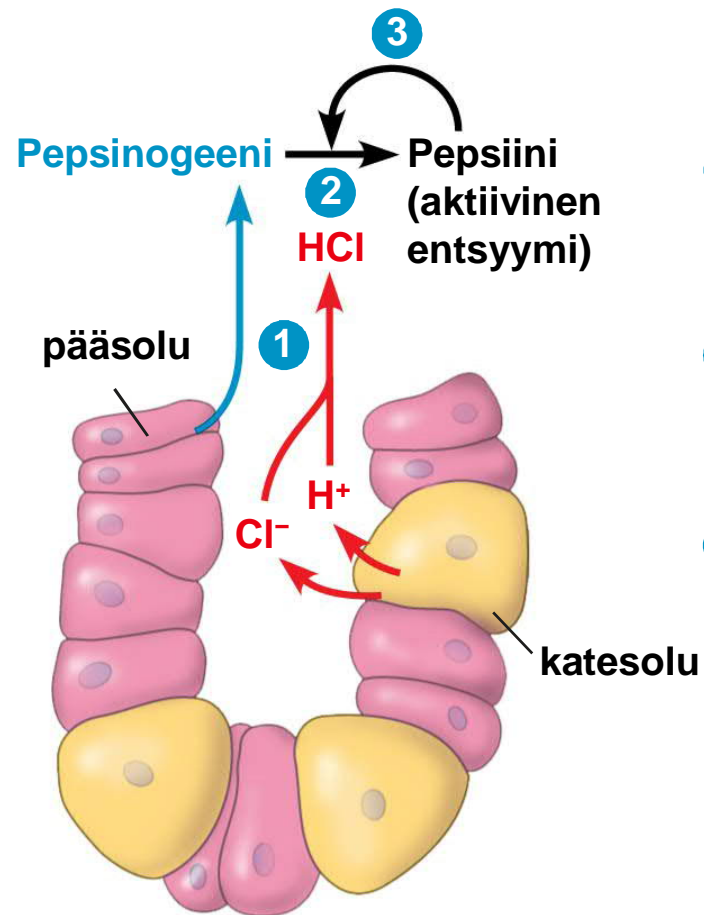




Mahanesteen tuotto

- 1 Pepsinogeeni ja suolahappo /HCl) eritetään rauhasesta
- 2 HCl muuttaa pepsinogeenin pepsiiniksi

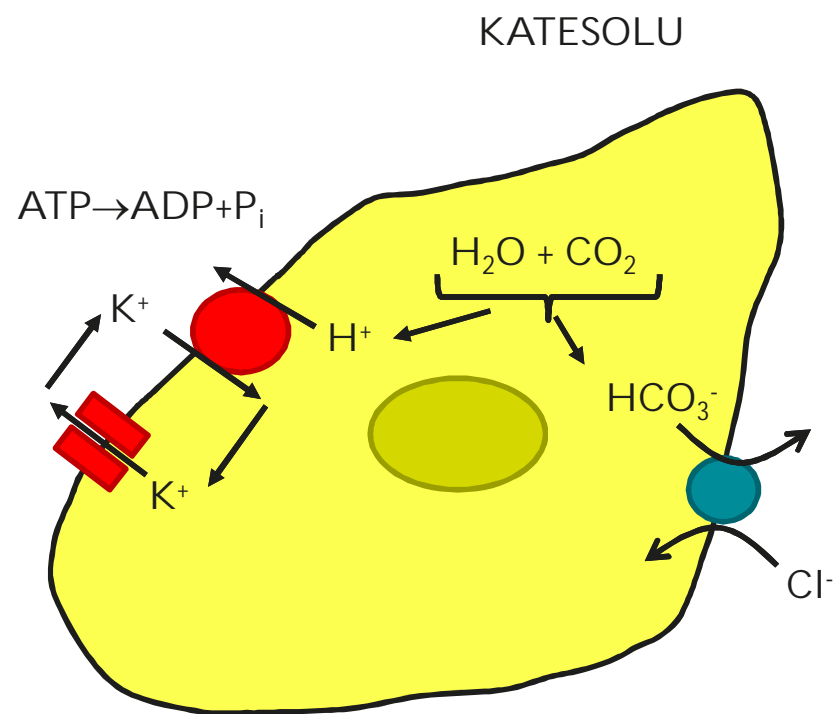




Mahanesteen tuotto

- 1 Pepsinogeeni ja suolahappo (HCl) eritetään rauhasesta
- 2 HCl muuttaa pepsinogeenin pepsiiniksi
- 3 Pepsiini toimii pepsinogeenin pilkkojana, jolloin seurauksena on ketjureaktio

HCl:n erityys



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi





Eläinfysiologia ja histologia

3122243 5 op

Ohutsuoli

Vesa Paajanen
UEF // University of Eastern Finland

Ohutsuolen osat

duodenum

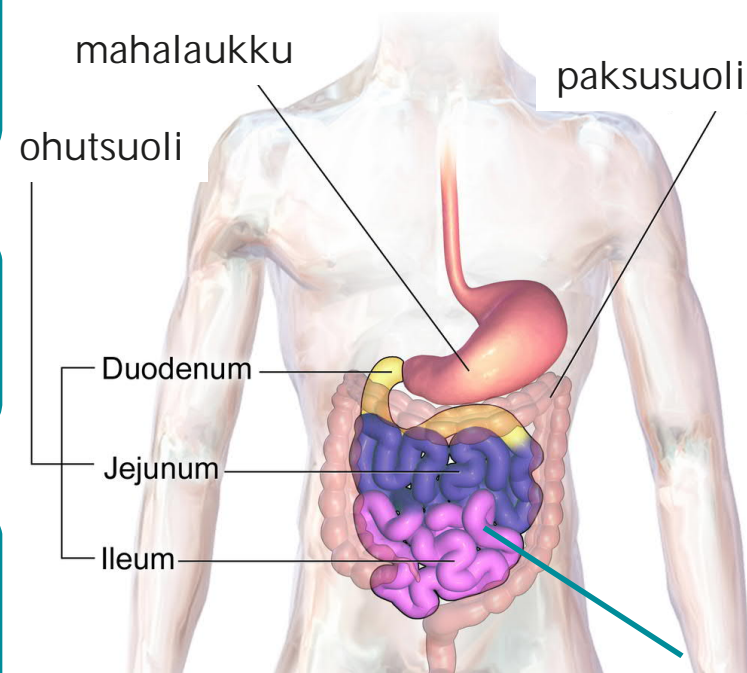
- pohjukaissuoli, 20-40 cm
- entsyymaattinen hajotustoiminta

jejunum

- tyhjäsuoli, 2,5 m
- ravintoaineiden imeytyminen

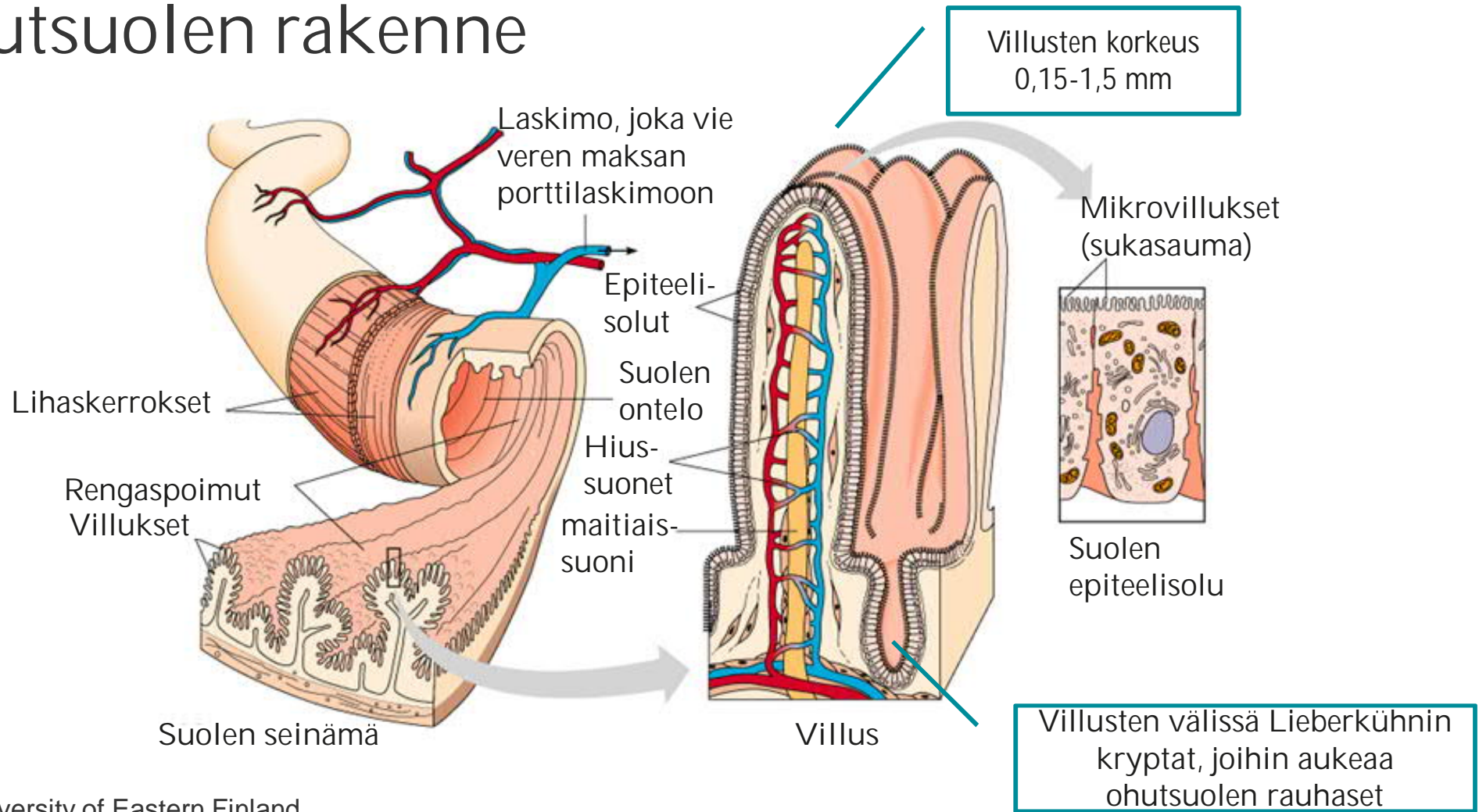
ileum

- Sykkyräsuoli, 2-4 m
- B₁₂ vitamiinin ja sappinesteen imeytyminen



Ihmisellä ohutsuolen pituus on noin 5 m pitkä. Se on kuitenkin hieman jännittynyt, jolloin vainajilla sen pituus on 8 m

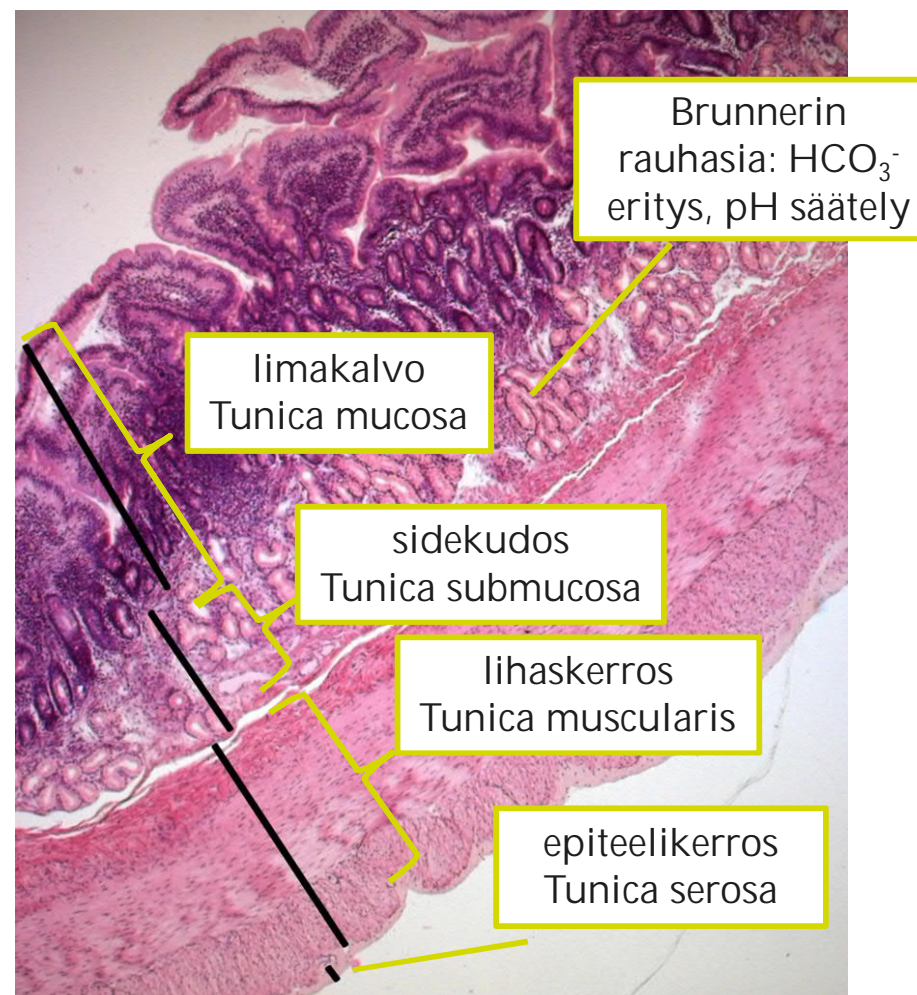
Ohutsuolen rakenne



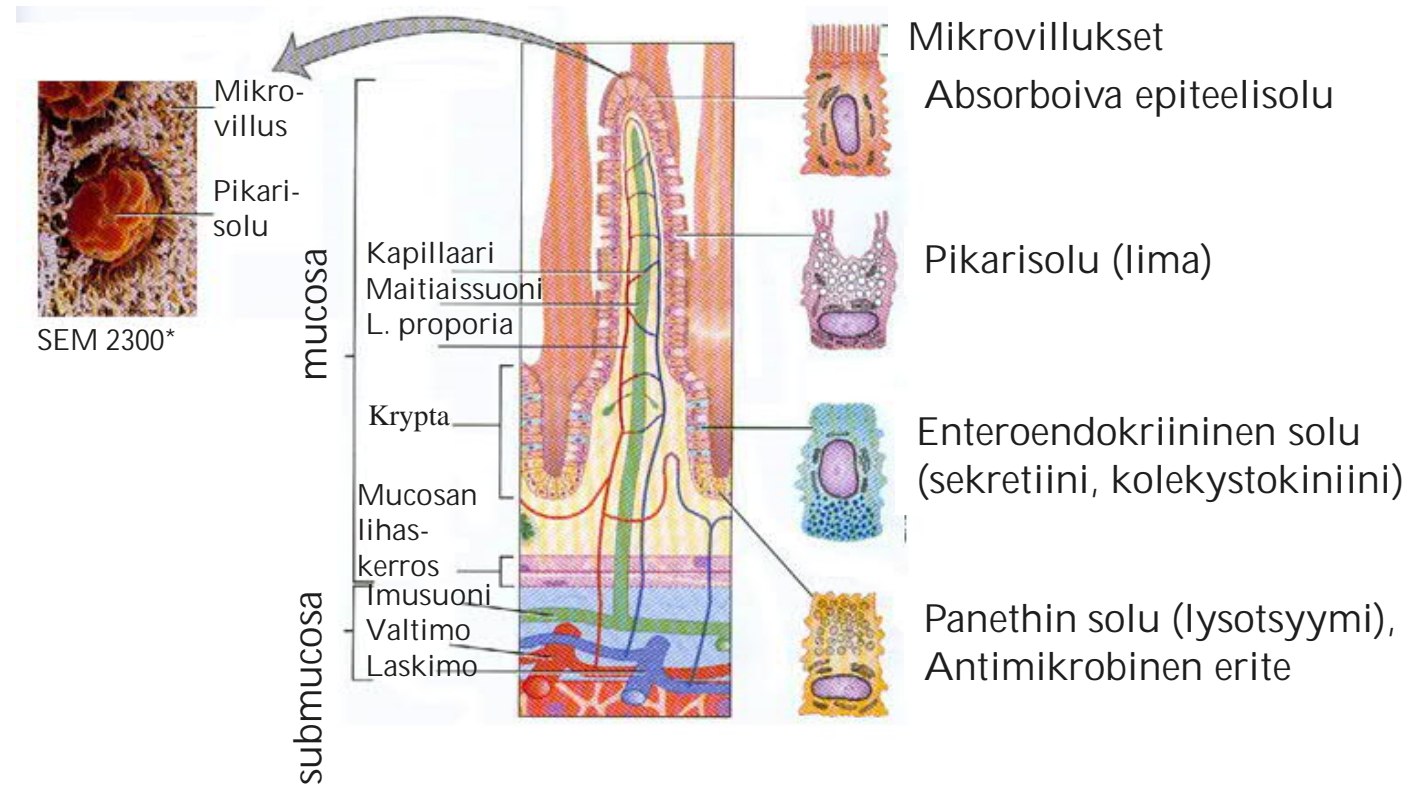
Ohutsuolen rakenne

Ohutsuolen rakenne on hyvin poimuinen, millä lisätään absorboivan epiteelin pinta-alaa.

- Rakenne on muuten hyvin samanlainen kuin muualla ruoansulatuselimistössä
 - limakalvo (aineiden siirto)
 - Sidekudoskerros (eritysrakkulat)
 - Lihaskerros (suolen sisällön liikuttaminen)
 - Epiteeli (suolen kiinnittäminen muihin rakenteisiin)

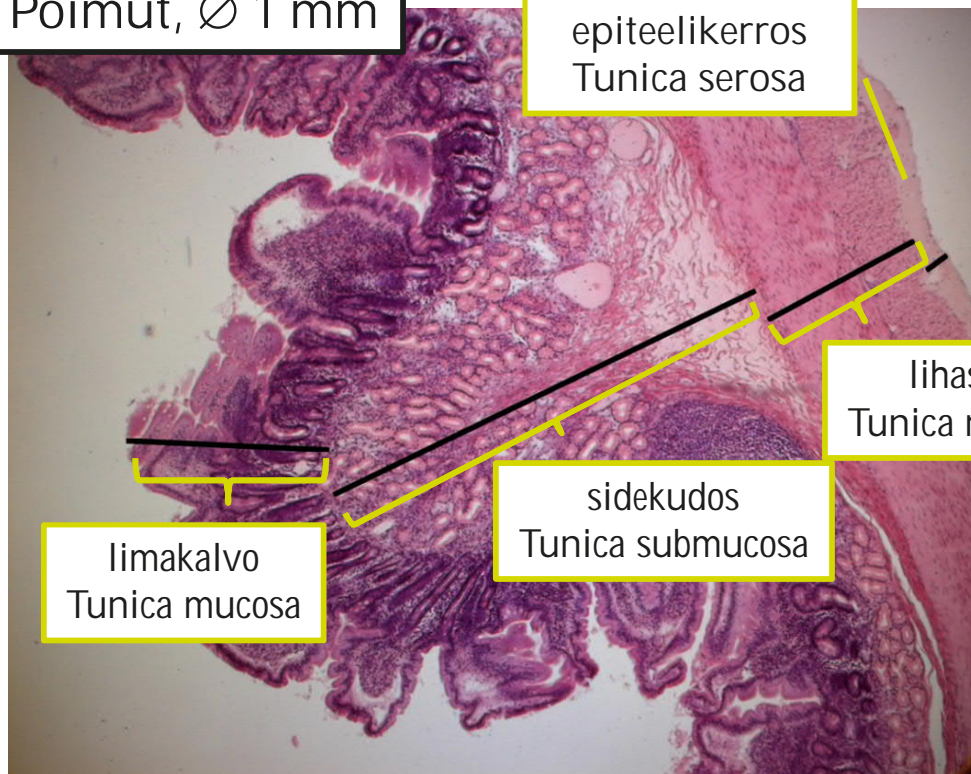


Villukset

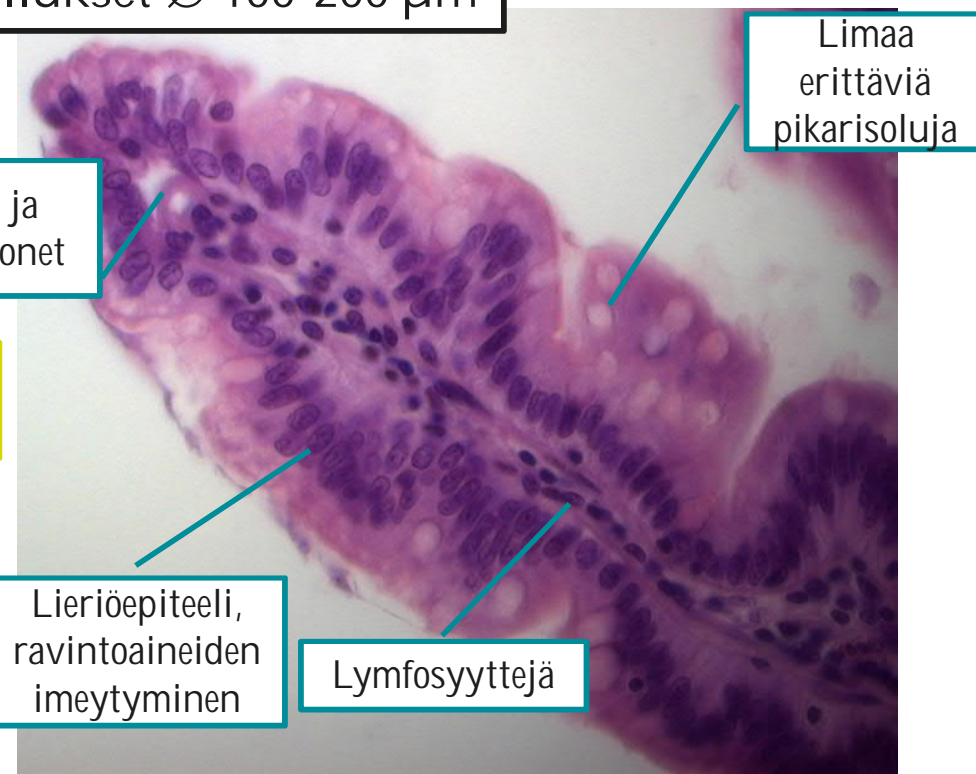


Villukset

Poimut, \varnothing 1 mm



Villukset \varnothing 100-200 μ m



Mikrovillus

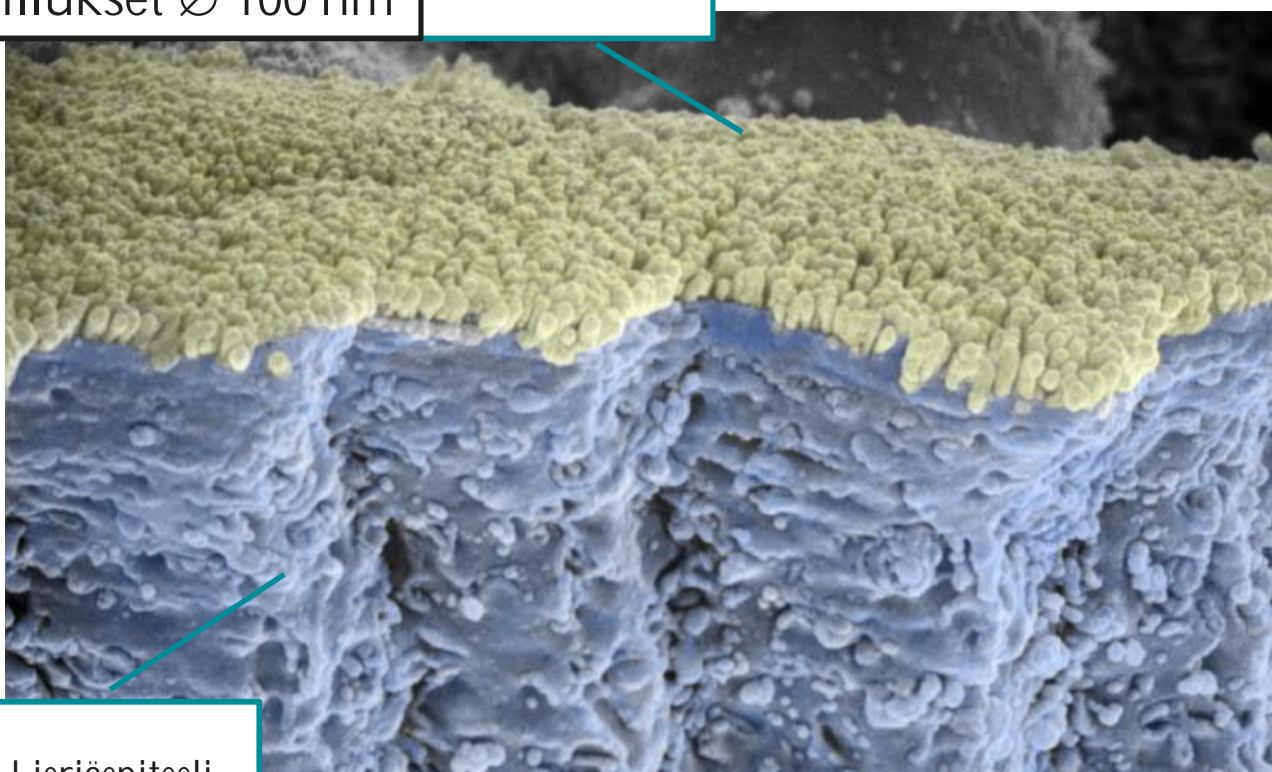
Mikrovilluksen rakenne on havaittavissa ainoastaan elektronimikroskoopilla.

Valomikroskoopilla se näkyy paksuna reunana (sukasaumana).

Mikrovillus laajentaa lieriöepiteelin suolen puoleista pinta-alaa.

Mikrovillukset \varnothing 100 nm

Mikrovillus



Lieriöepiteeli

Ohutsuolen rakenne ei ole kauttaaltaan samanlainen

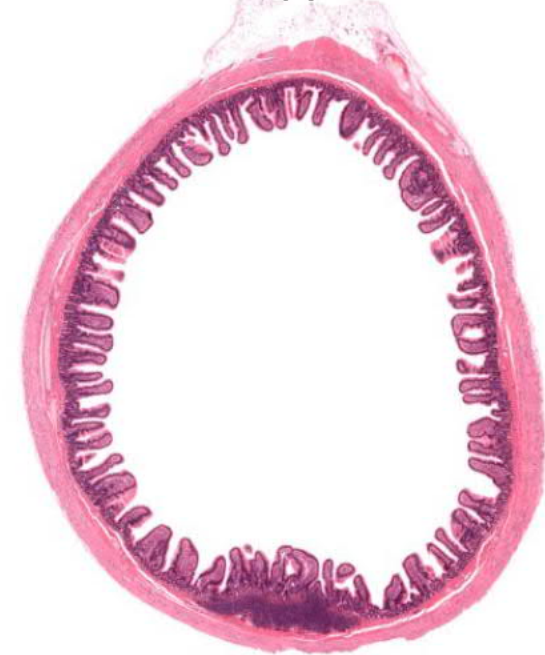
Duodenum



Jejunum



Ileum



Brunnerin
rauhasia: HCO_3^-
eritys, pH säätely

Ohutsuolen rakenne ei ole kauttaaltaan samanlainen

Duodenum



Jejenum



Ileum



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi



Eläinfysiologia ja histologia

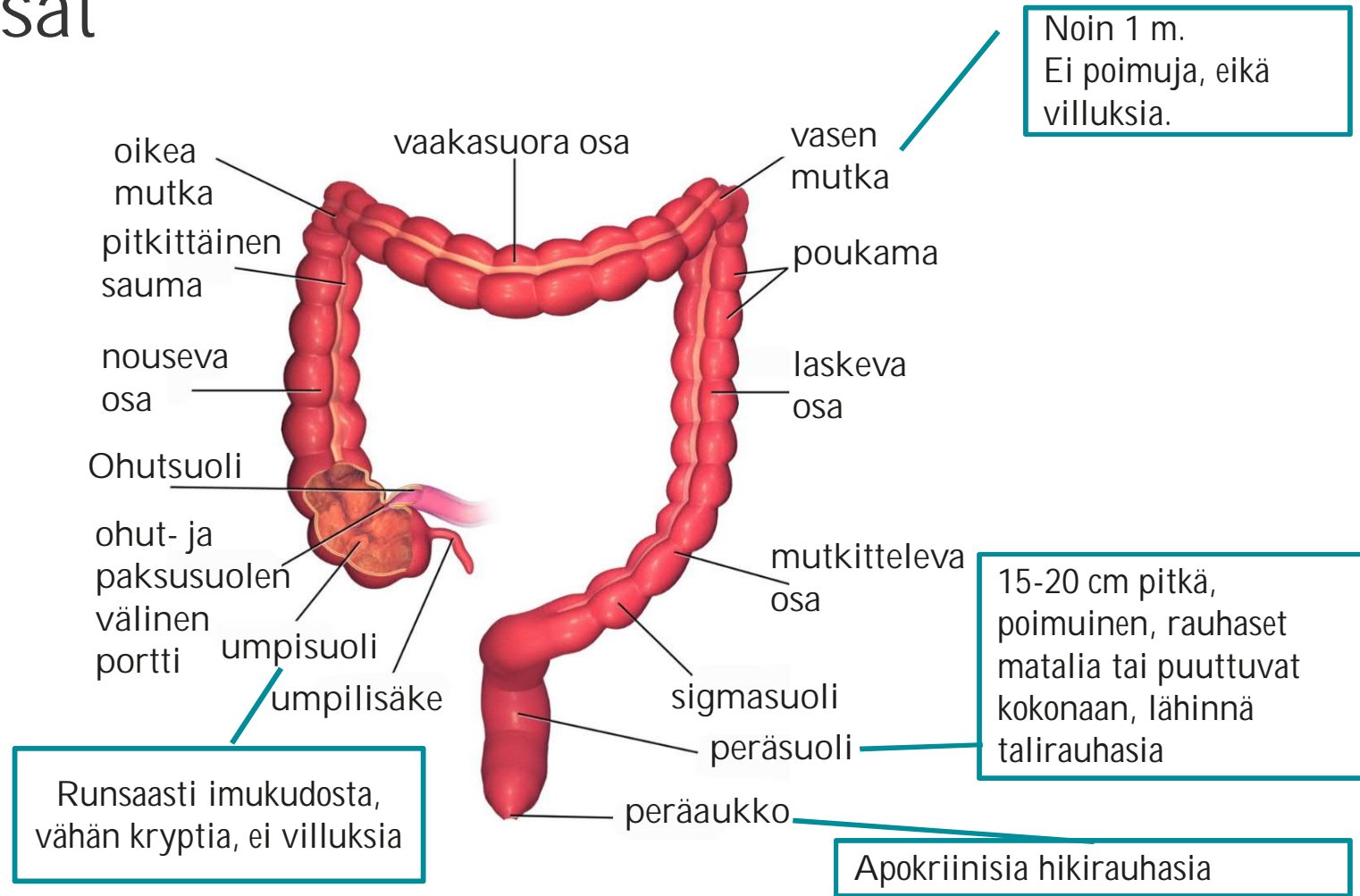
3122243 5 op

Paksusuoli

Vesa Paajanen

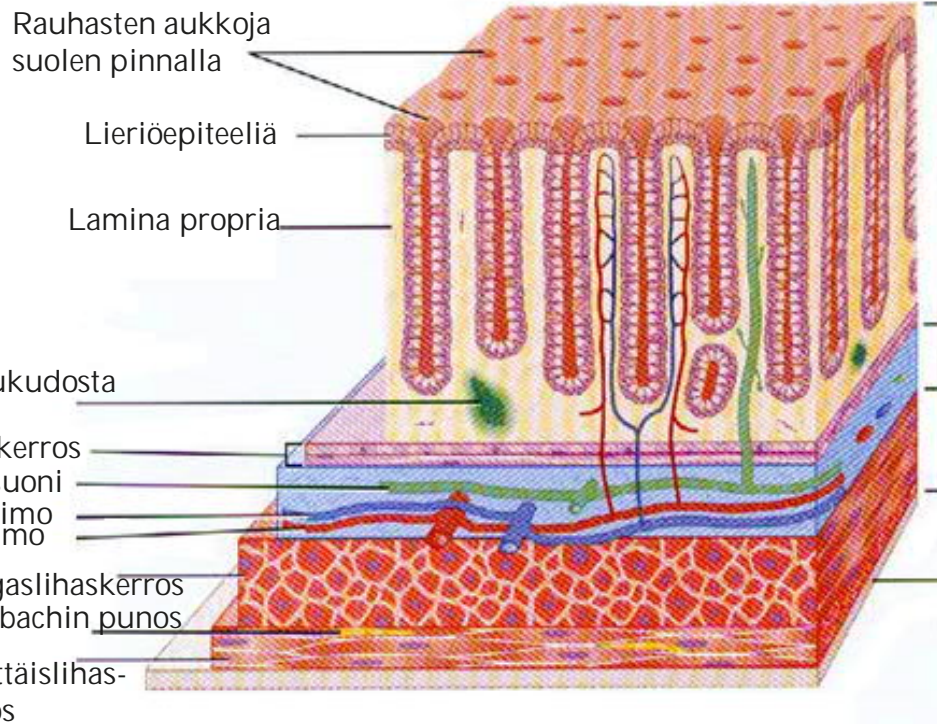
UEF // University of Eastern Finland

Paksusuolen osat



Paksusuolen rakenne

Paksusuolen ontelo



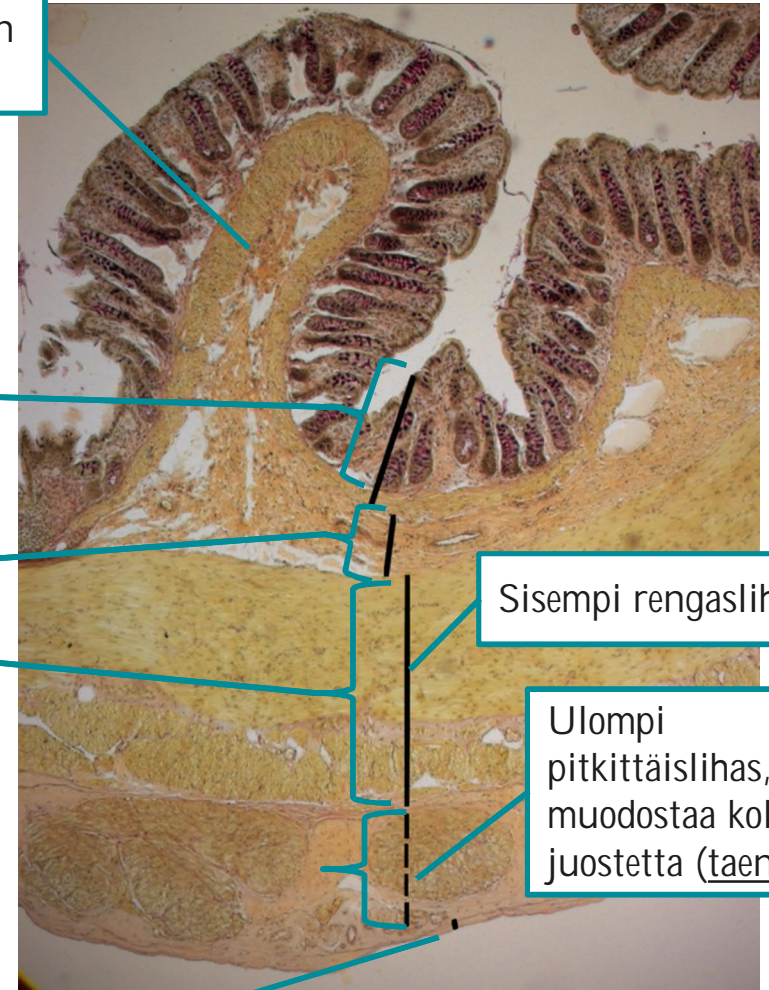
T.mucosa

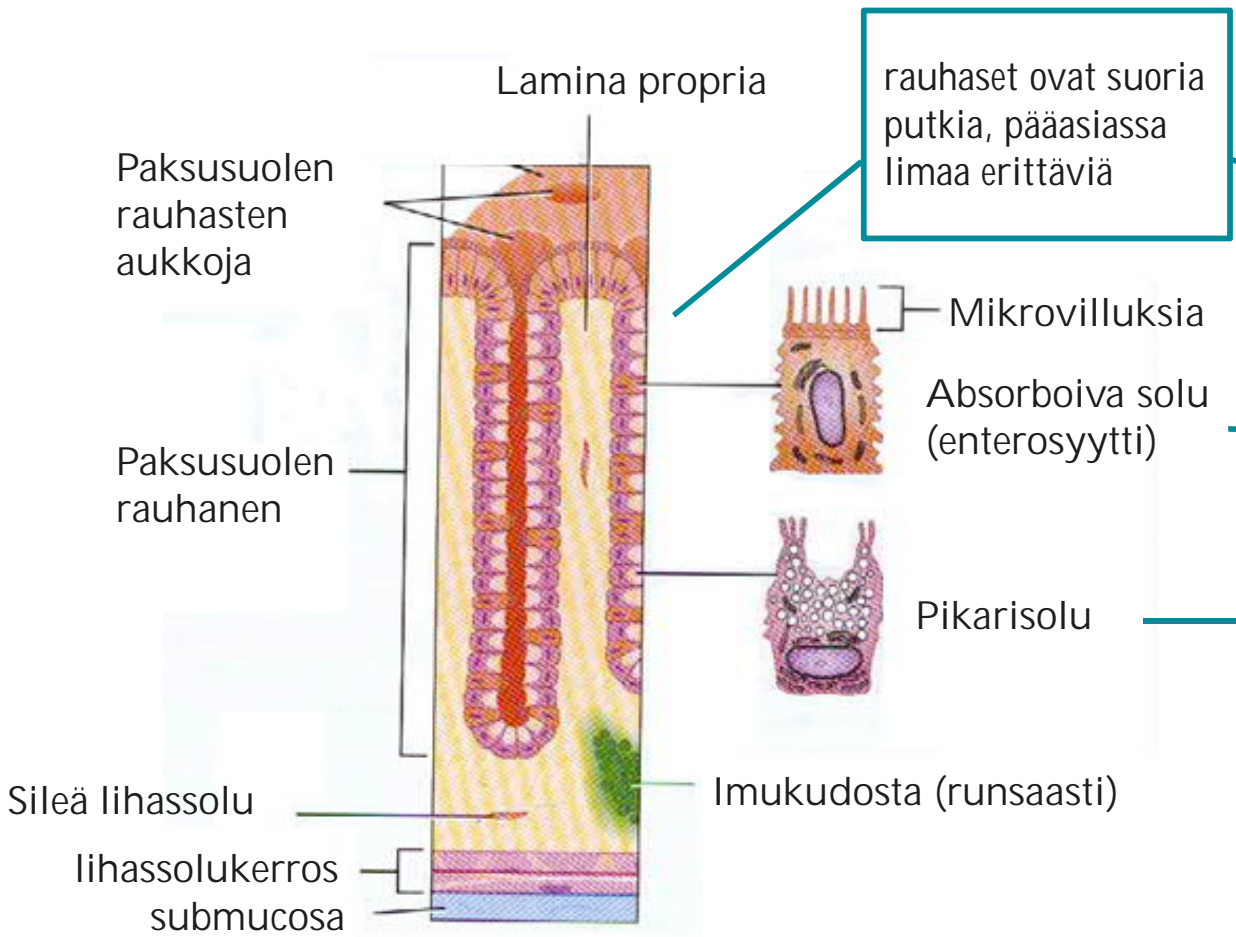
T.submucosa

T.muscularis

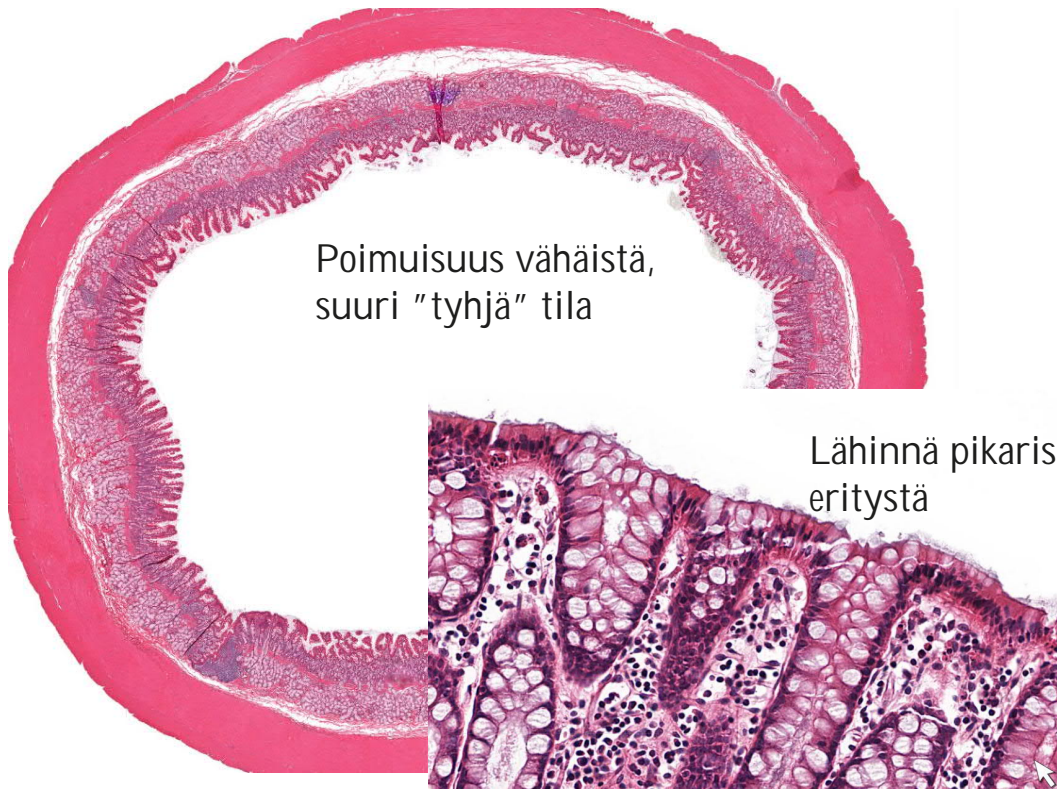
T.serosa

Sidekudosta; ei Brunnerin rauhasia.





Paksusuoli vs. peräsuoli

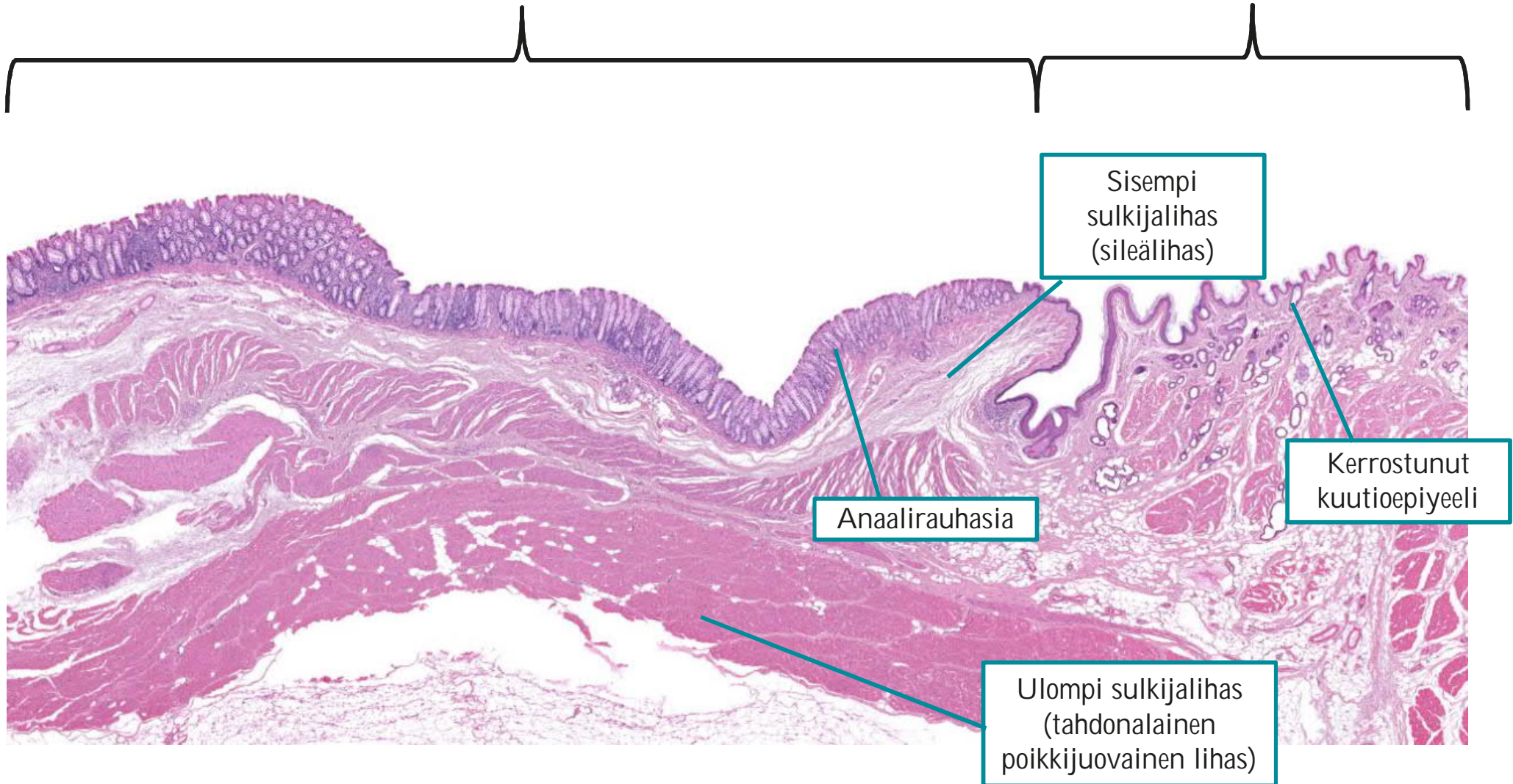


Voimakkaasti poimuttunut



Peräsuoli

Peräaukko



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi



Eläinfysiologia ja histologia

3122243 5 op

Ravintoaineiden hajotus

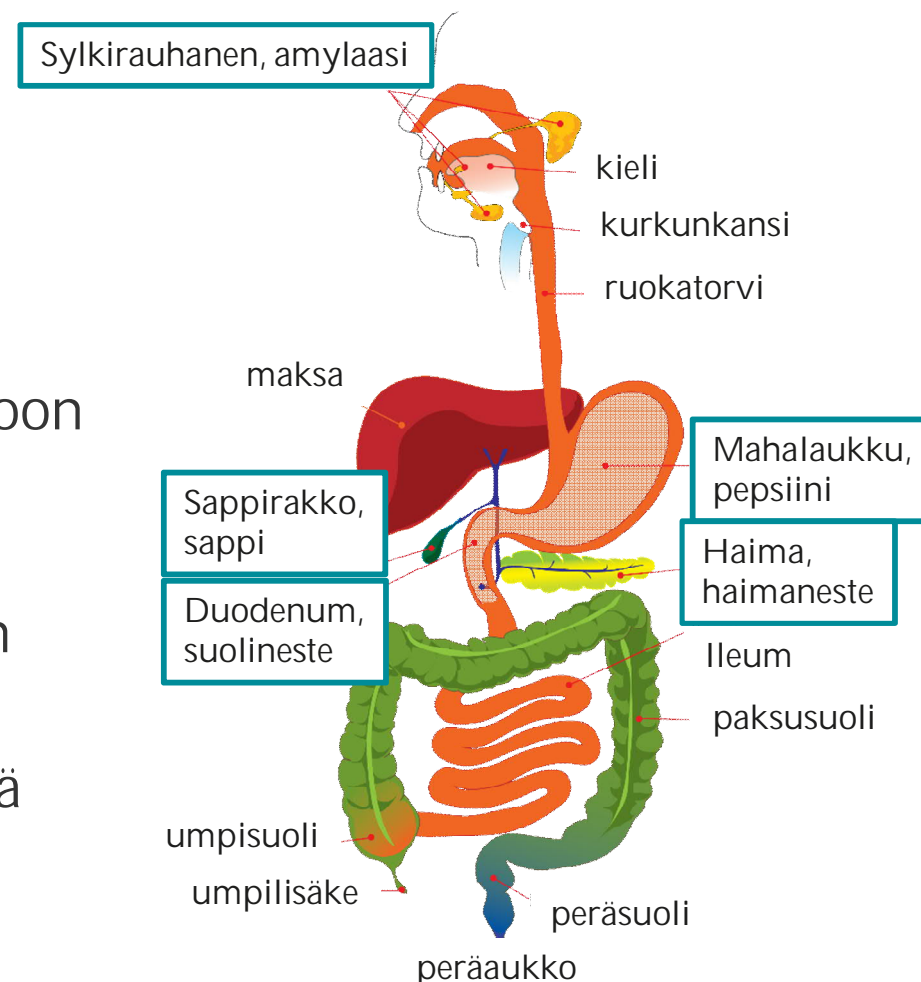
Vesa Paajanen

UEF // University of Eastern Finland

Ravintoaineiden hajotus

Ruoansulatus alkaa jo suuontelosta ja jatkuu ohutsuolen alkupäähän

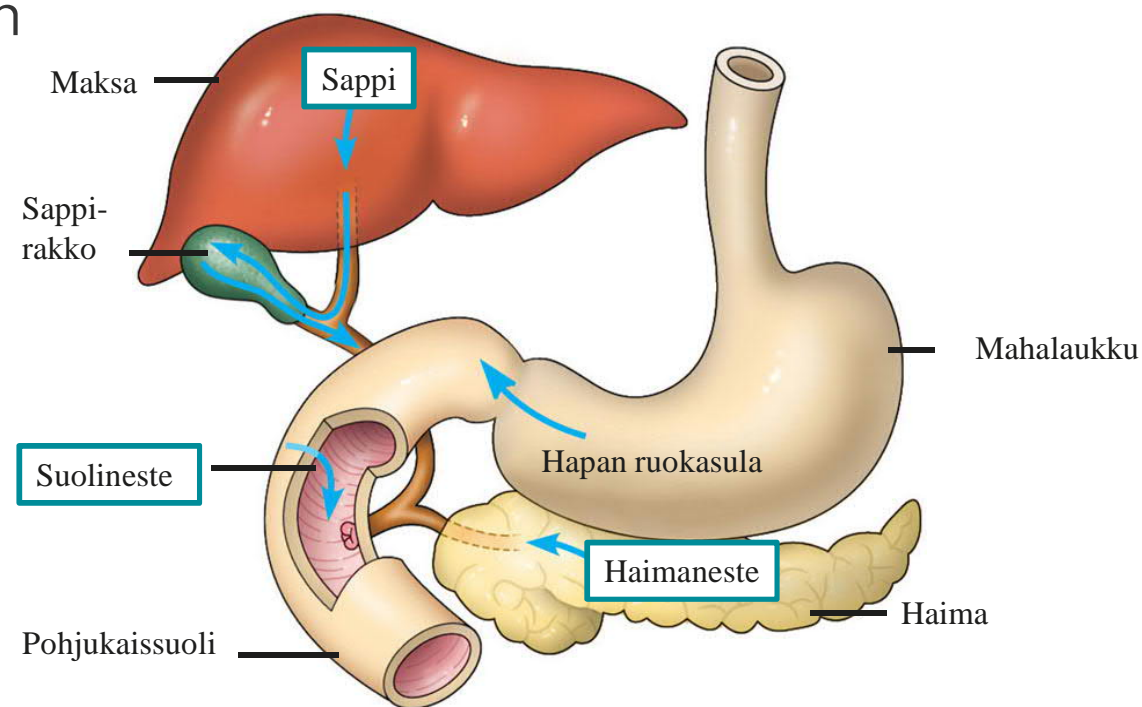
- Ravintoaineet pystytään ottamaan verenkiertoon ainoastaan hyvin pieninä palasina
 - Tämä ehkäisee tehokkaasti taudinaiheuttajien/vieraiden molekyylien pääsyä elimistöön
- biologiset makromolekyylit tehdään kestävillä sidoksilla, jolloin niiden hajottaminen on tarkoituksella vaikeaa

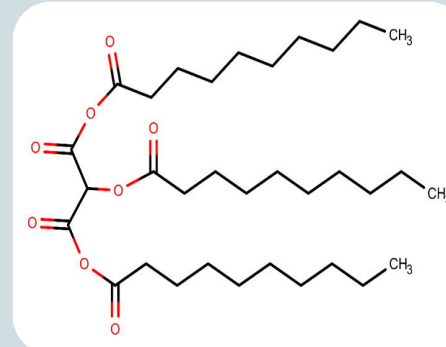
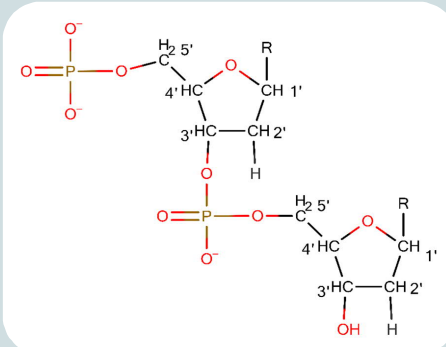
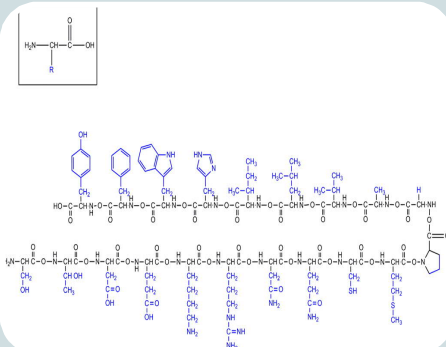
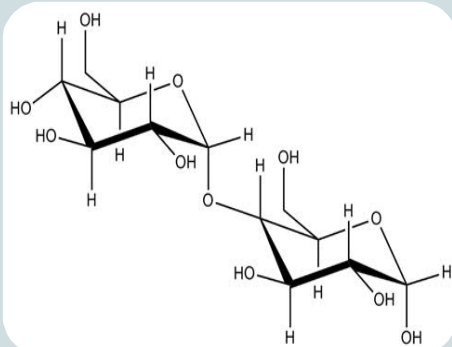


Entsyymit ja reaktio-olosuhteet

Ruoansulatuksen eri vaiheissa tarvitaan erilaisia olosuhteita:

- Suuontelossa pH on n. 7, jolloin amylaasi on aktiivinen
- vatsalaukun HCl erityös laskee H:n 2:een, jolloin ainoastaan pepsiini pystyy toimimaan
- Ruokasula täytyy neutraloida pohjukaissuolessa. Eritettävät ruoansulatusnesteet sisältävät entsyymejä, bikarbonaattia (HCO_3^-) ja sappisuoloja.





Sokerit

Sekalaiset α - ja β -
sidokset

Proteiinit

Peptidisidos
Sekundaari ja
tertiaarirakenteet

Nukleiinihapot

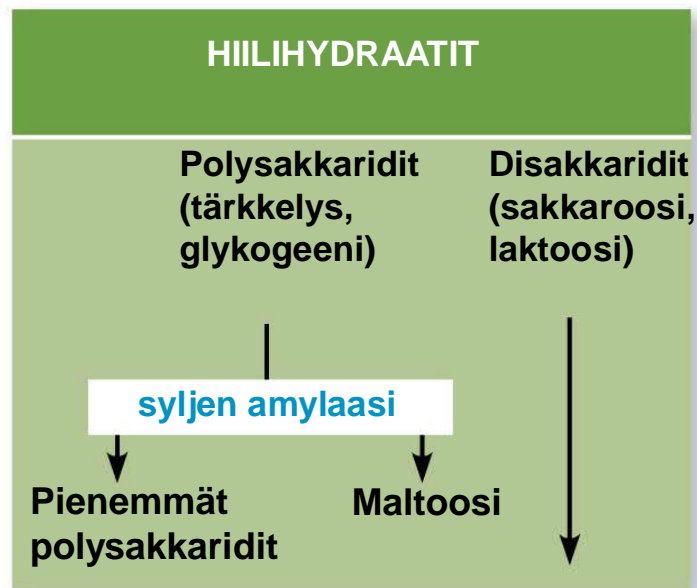
Fosforidiesteri-
sidos

Rasvat

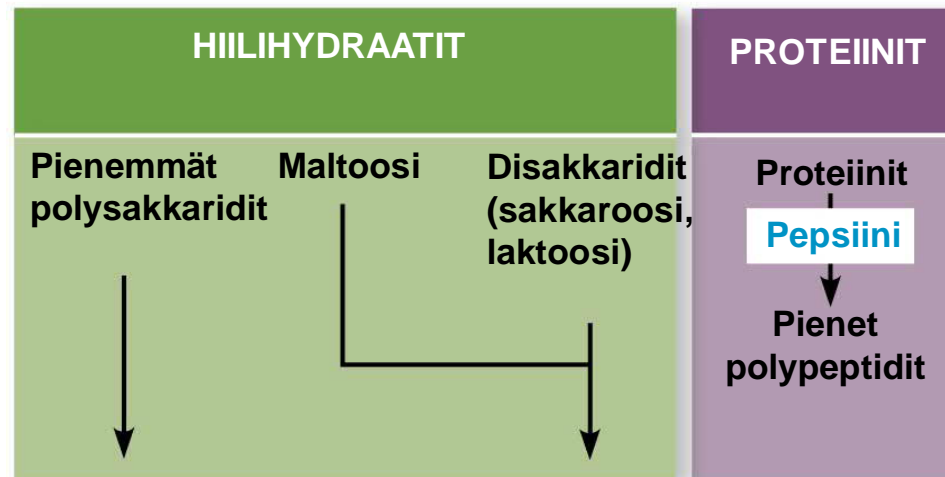
rasvaliukoisuus

Ravintoaineiden pilkkominen

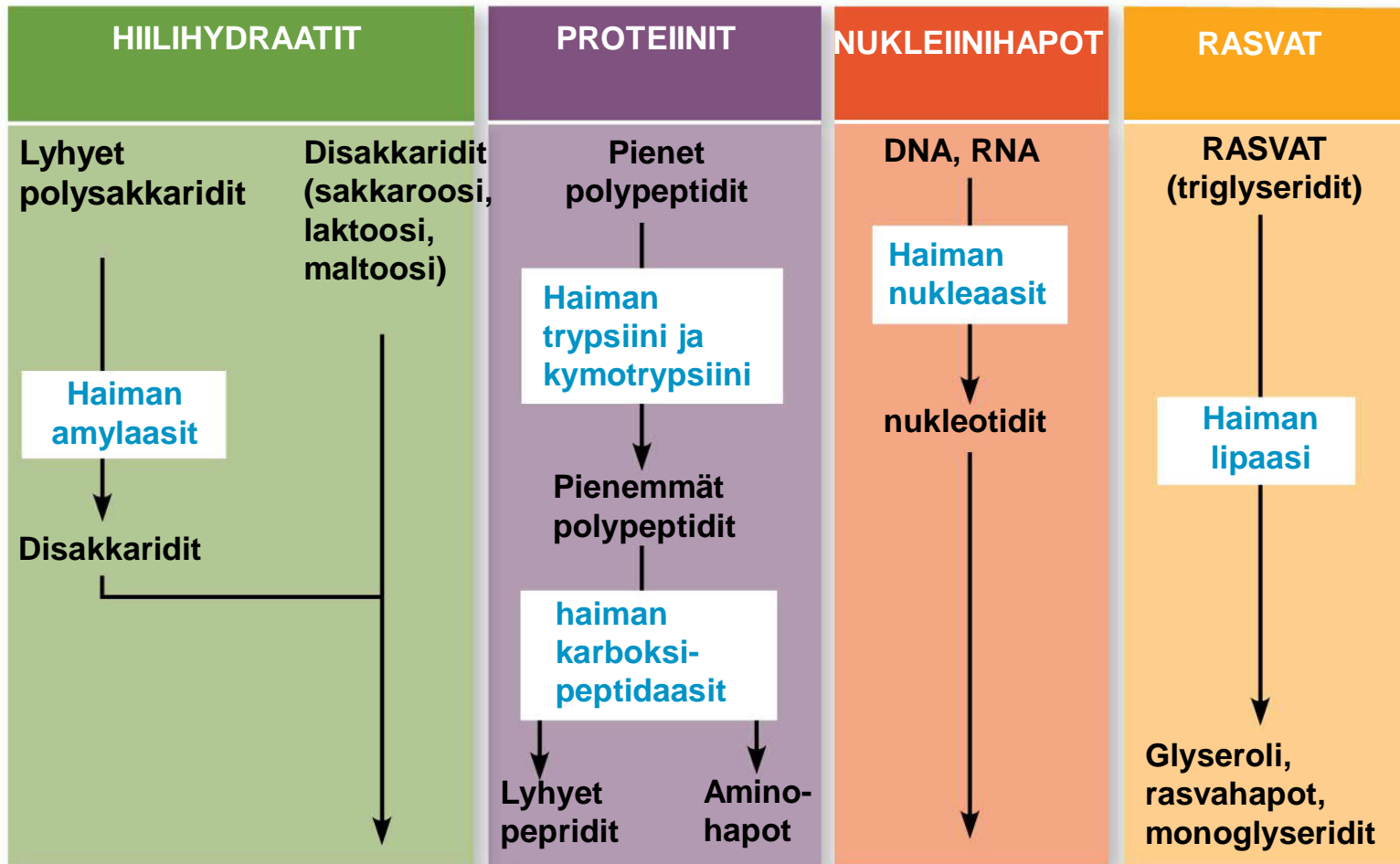
SUUONTELO, NIELU, RUOKATORVI



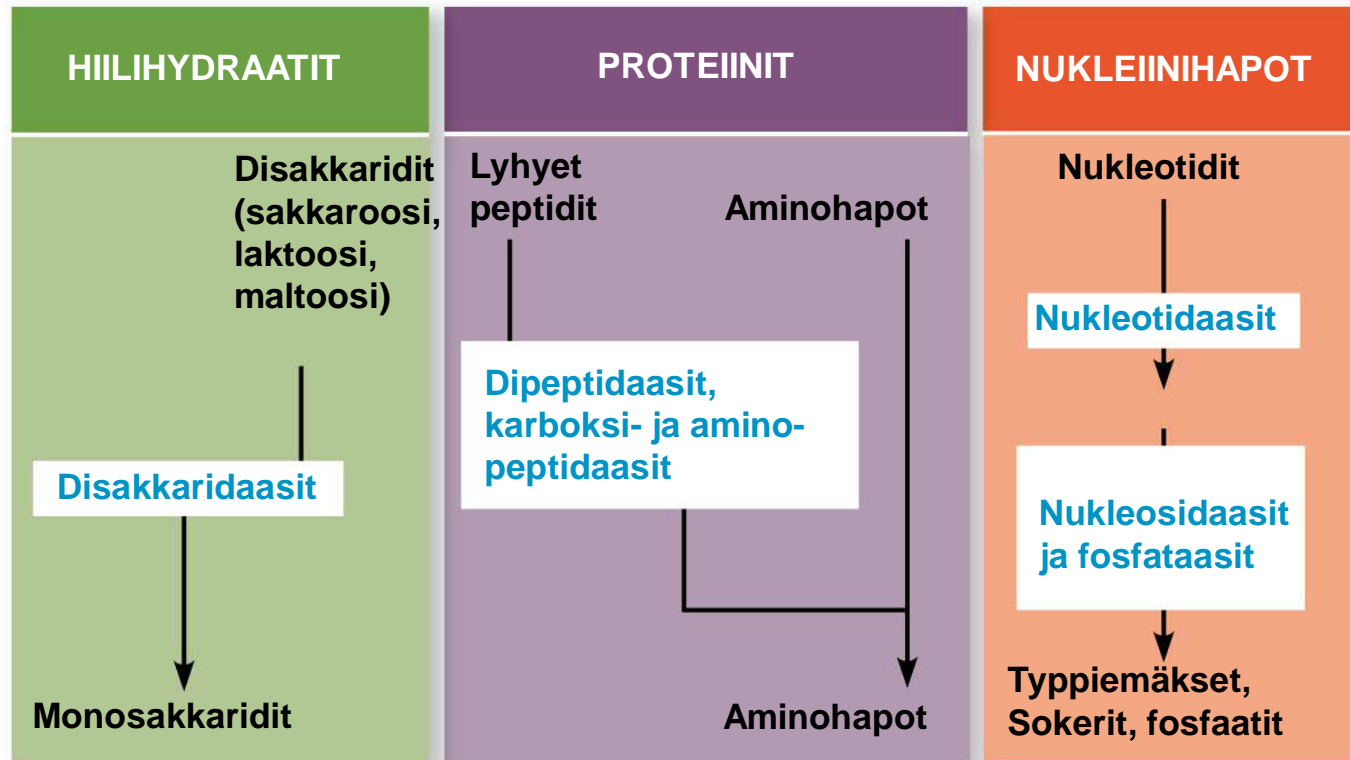
MAHALAUKKU



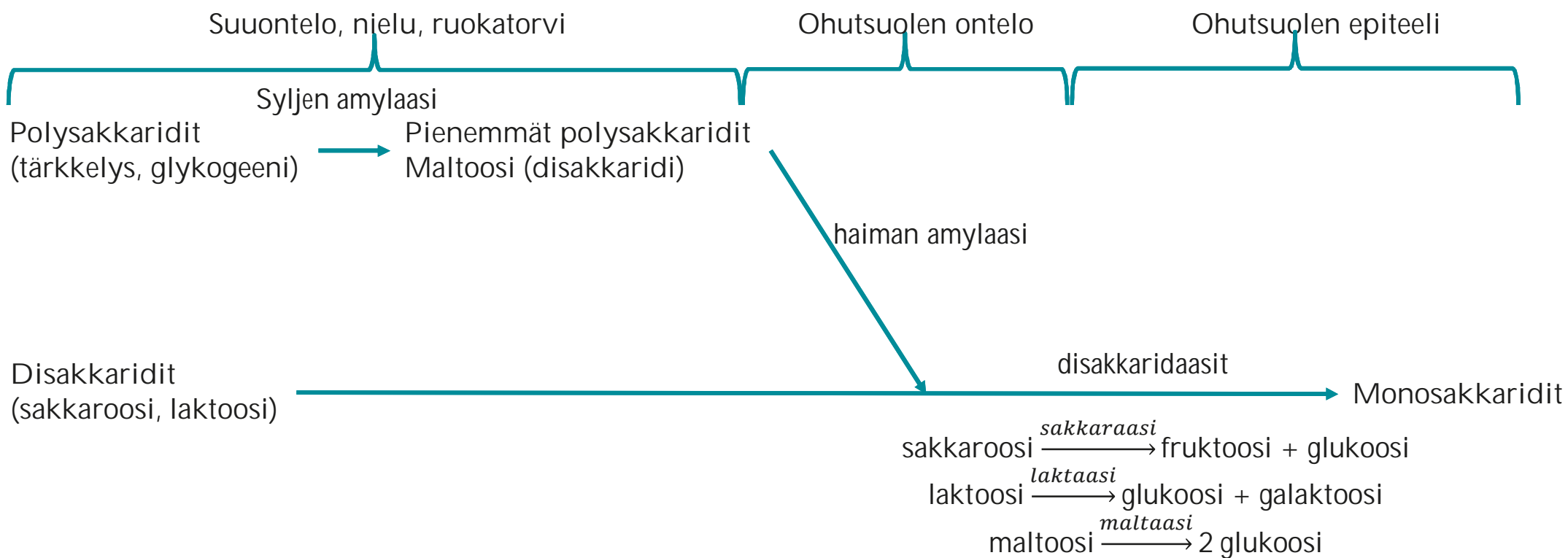
OHUTSUOLI (haiman entsyymit)



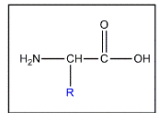
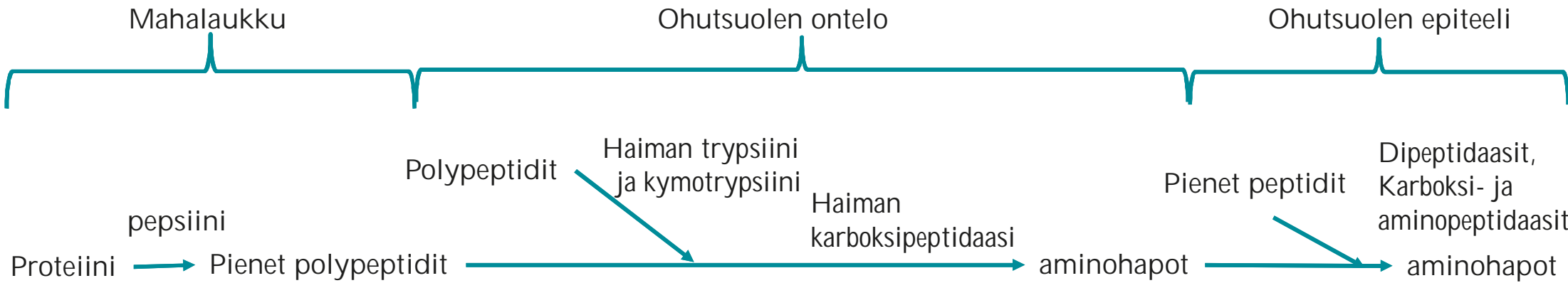
OHUTSUOLI (ohutsuolen epiteelin entsyymit)



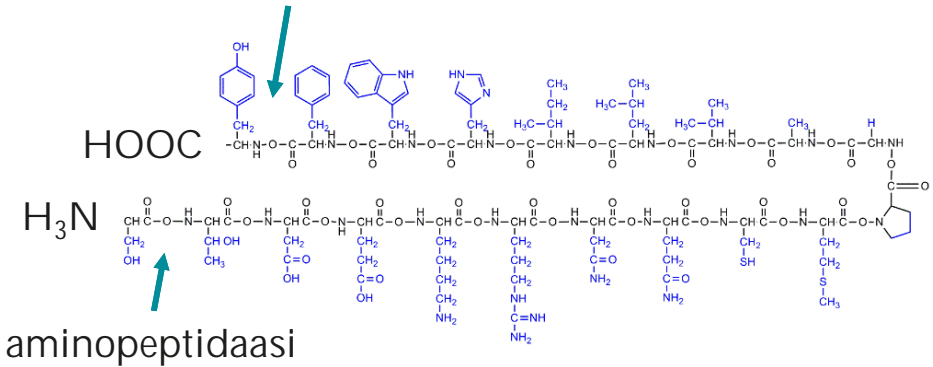
Hiilihydraattien hajotus



Proteiinien hajotus



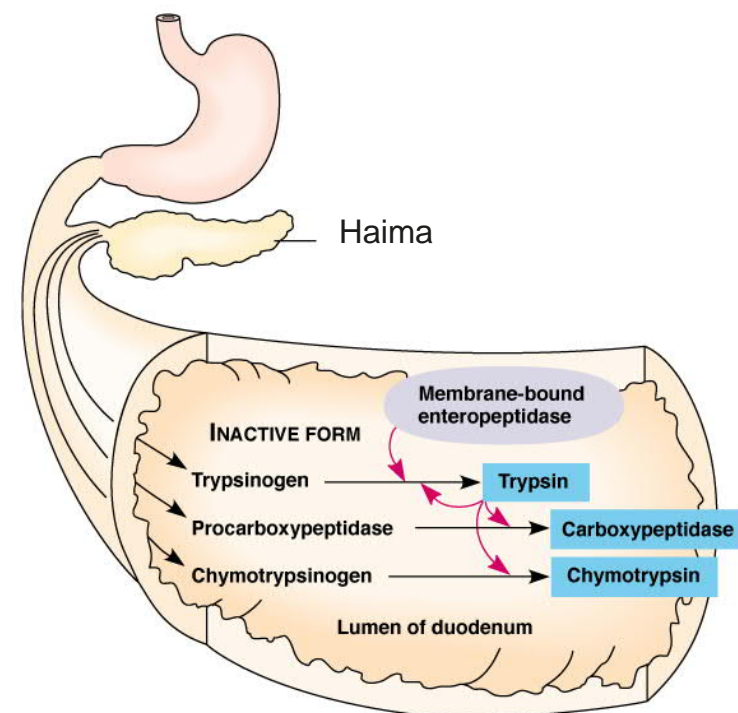
karboksiptidaasi



Haiman proteiineja pilkkovat entsyymit

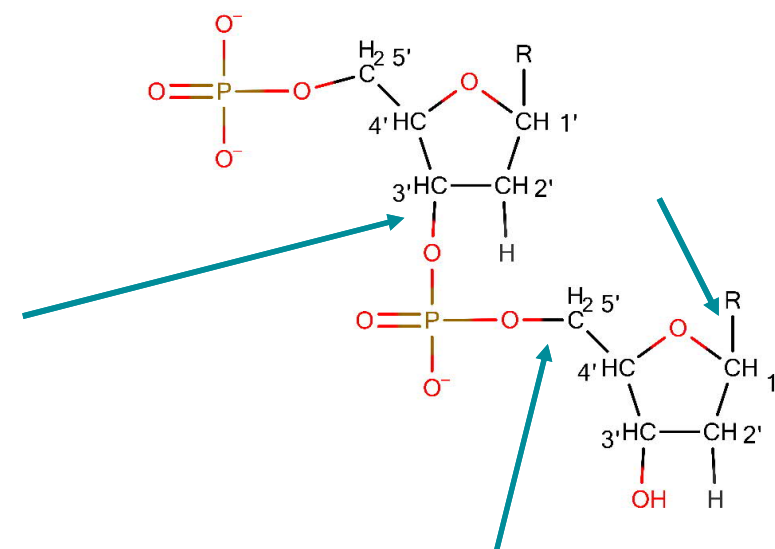
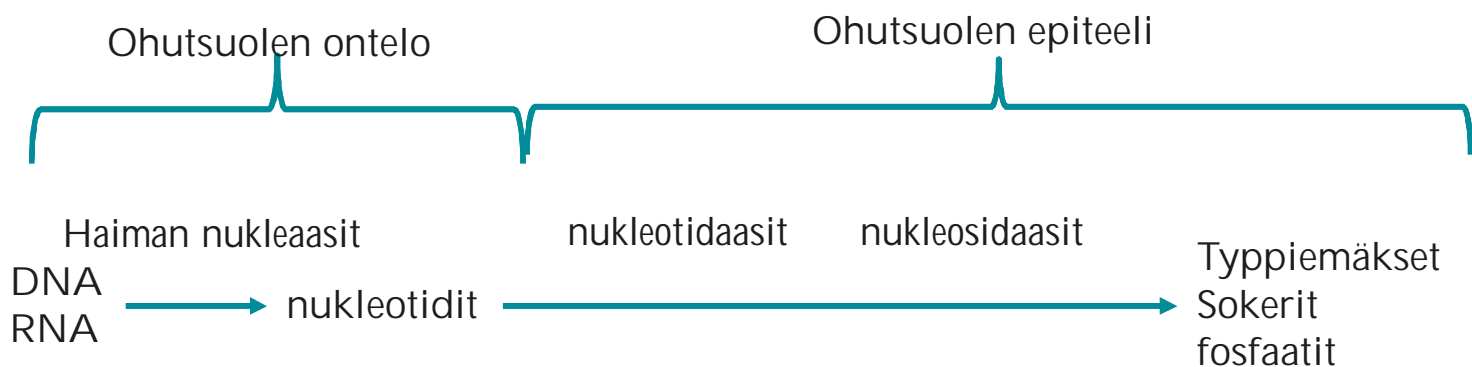
Haiman proteiineja pilkkovat entsyymit toimivat hyvin neutraalissa pH:ssa.

- Ne eritetään inaktiivisessa muodossa proentsyymeinä (trypsinogeeni, prokarboksypeptidaasi, kymotrypsinogeeni)
- Ohutsuolen erittämä enterokinaasi aktivoi trypsinogeenin, joka pilkkoo muut proentsyymit

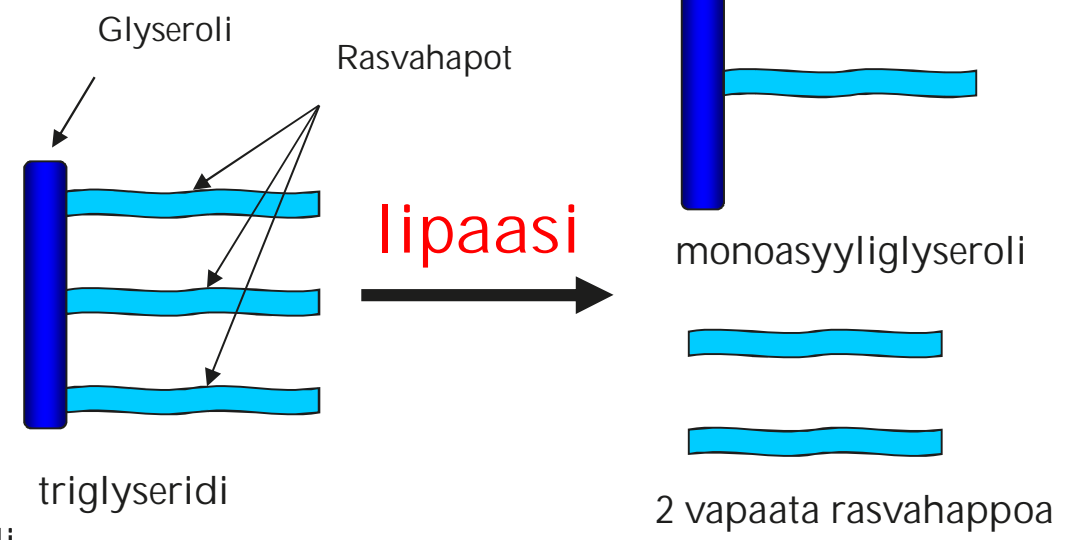
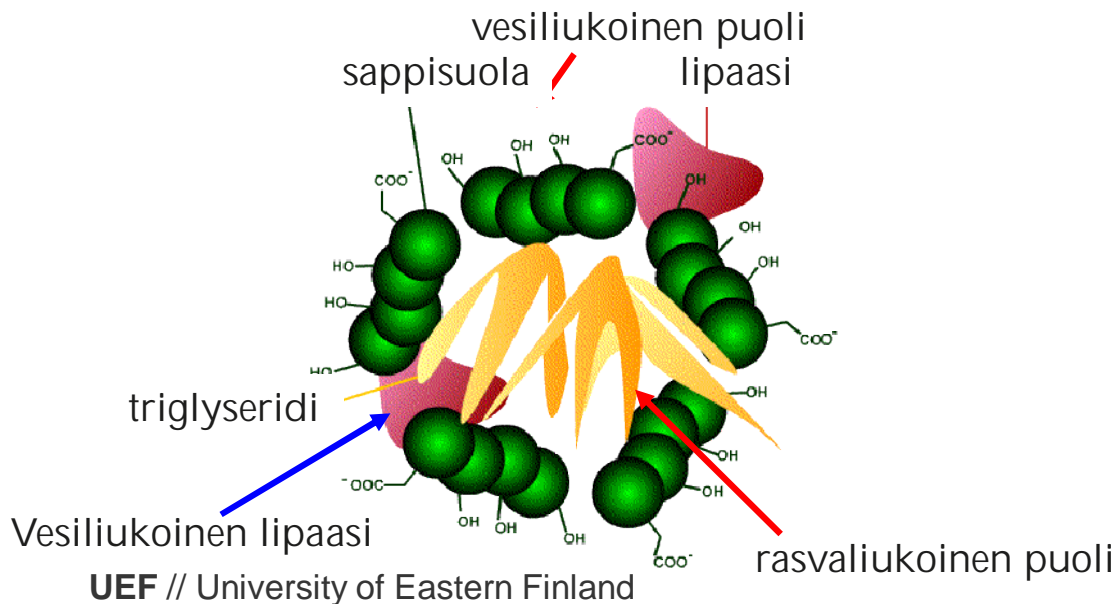
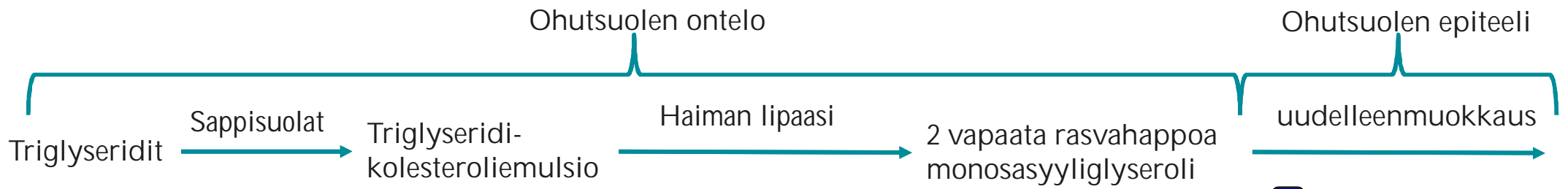


©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Nukleiinihappojen hajotus



Rasvojen hajotus



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi





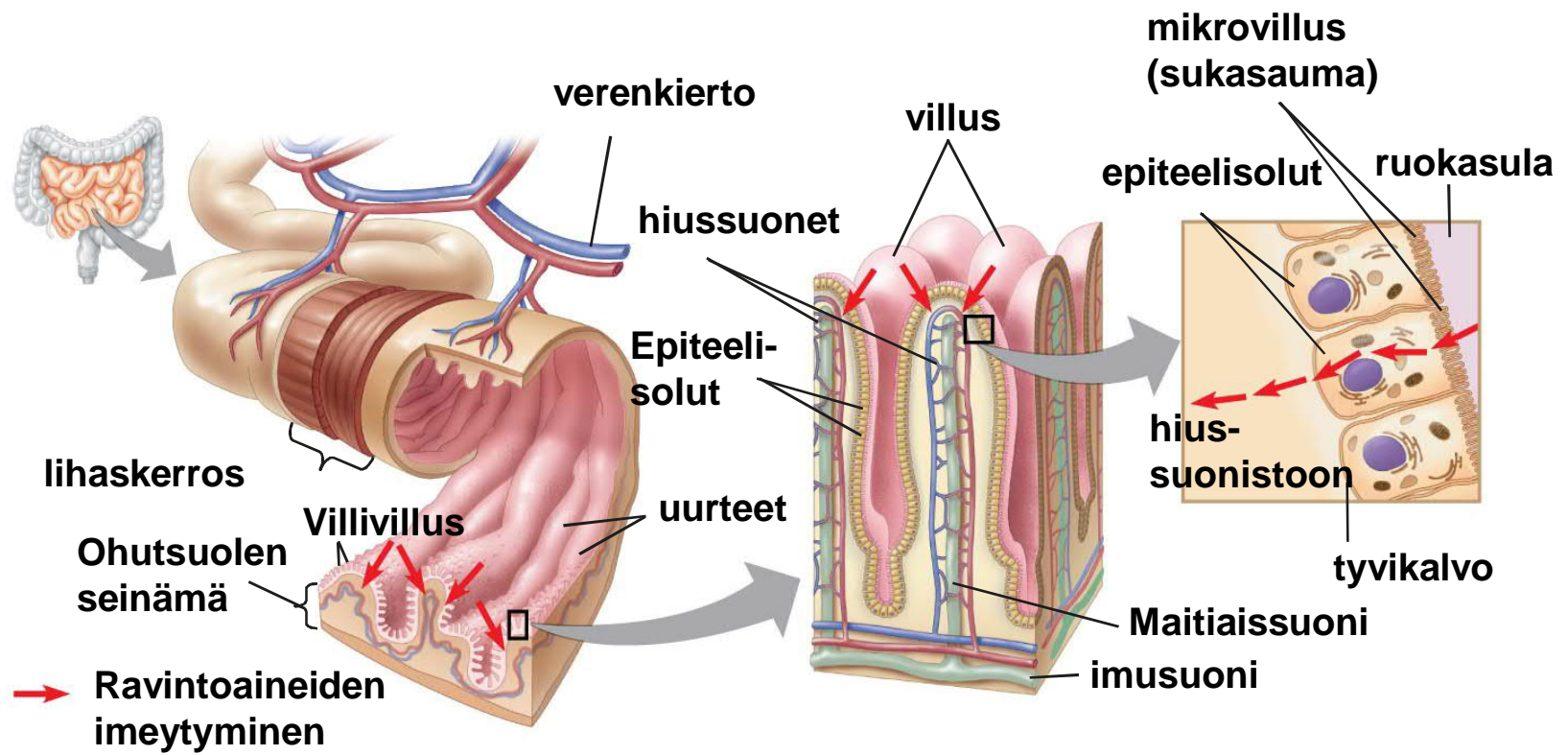
Eläinfysiologia ja histologia

3122243 5 op

Ravintoaineiden imeytyminen

Vesa Paajanen

UEF // University of Eastern Finland



Miten ravintoaineet saadaan imeytymään verenkiertoon?

diffuusio

Suoraan solukalvon läpi

Toimii vain kaasuille ja rasvaliukoisille aineille

Vaatii pitoisuuseron

Avustettu diffuusio

Ionikanavat, siirtäjät

Toimii myös vesiliukoisille aineille

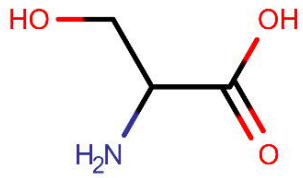
Vaatii pitoisuuseron jollekin siirrettävälle aineelle

Aktiivinen kuljetus

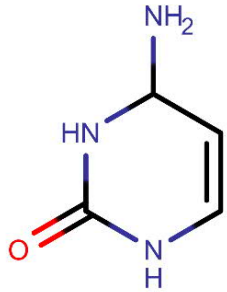
Pumput (esim. Na⁺K⁺ATPaasi)

Vaatii suoraan ATP:n energiaa

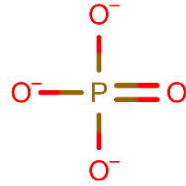
Toimii myös korkeampaan pitoisuuteen



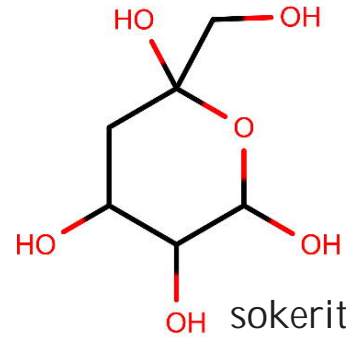
aminohapot



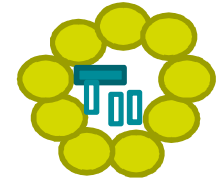
Nukleinihappojen
typpiätkset



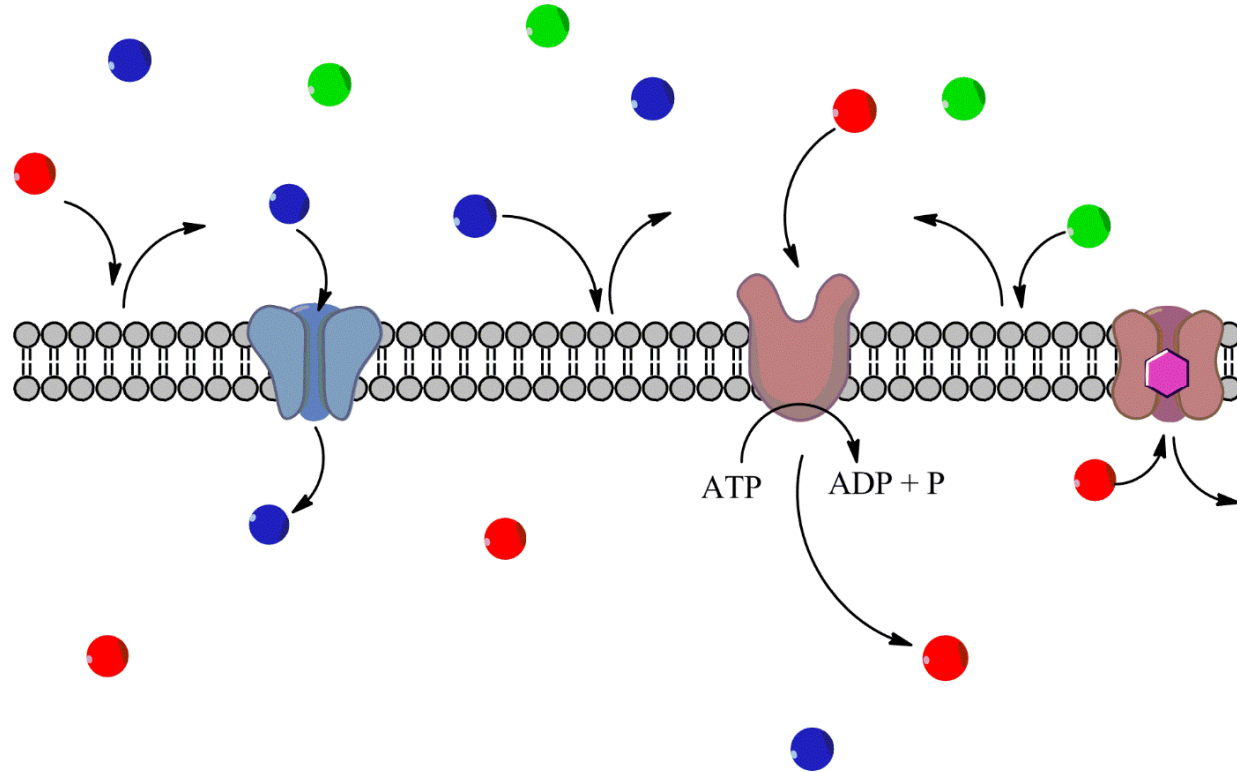
Nukleinihappojen
fosfaattiryhmät



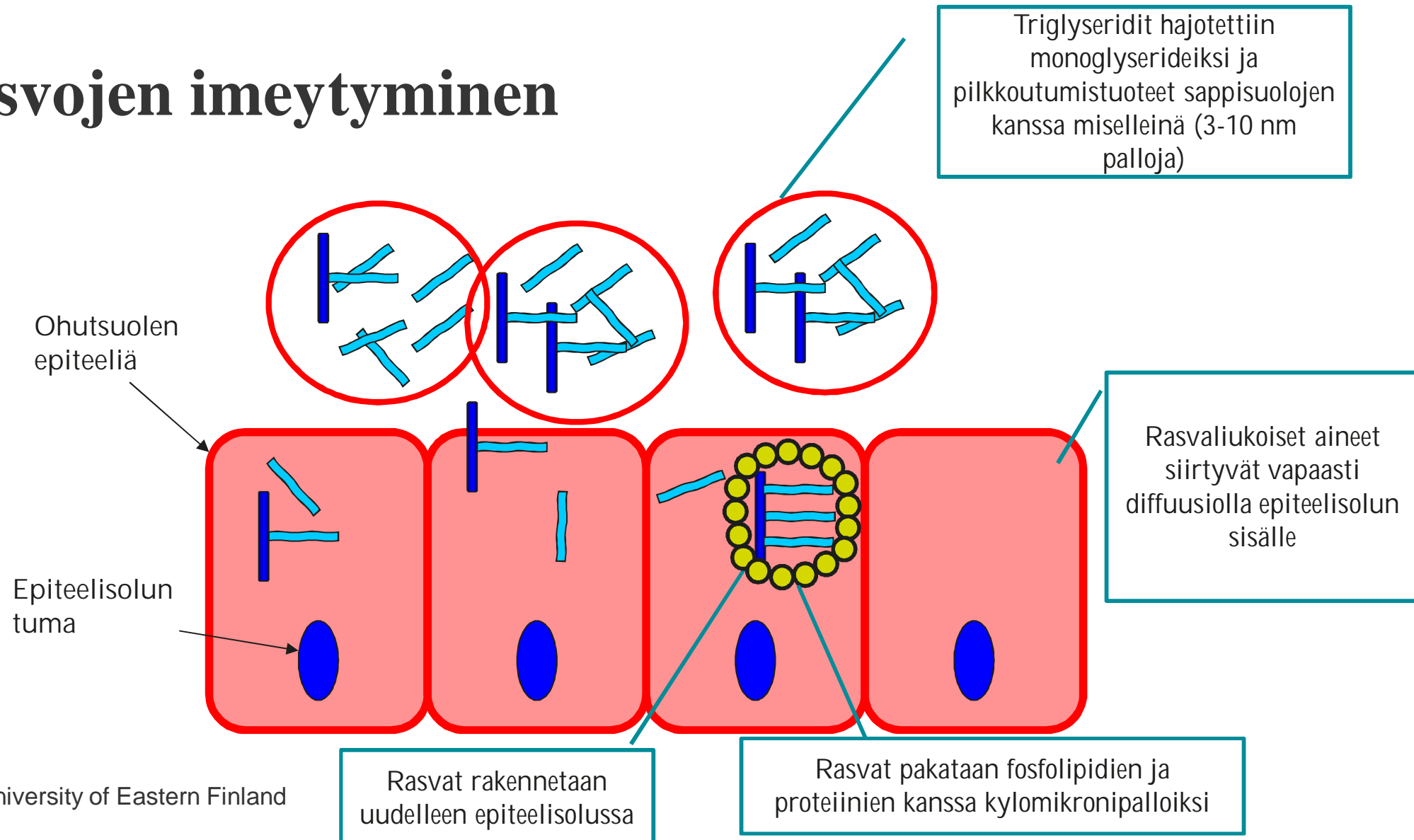
sokerit



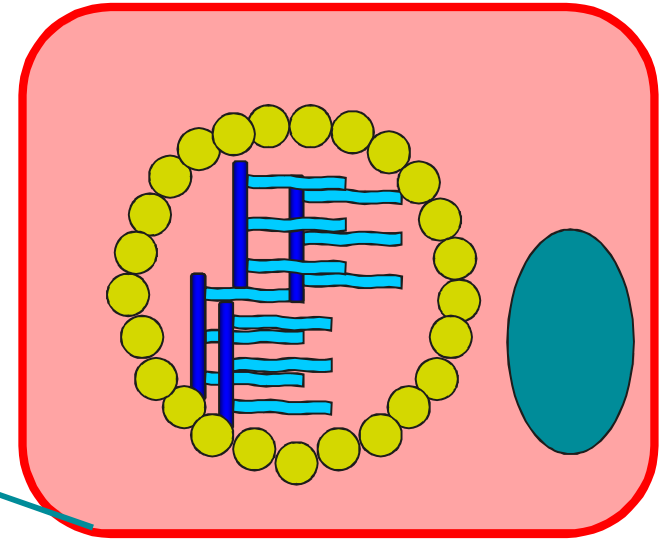
sappisuolarakkulat



Rasvojen imeytyminen

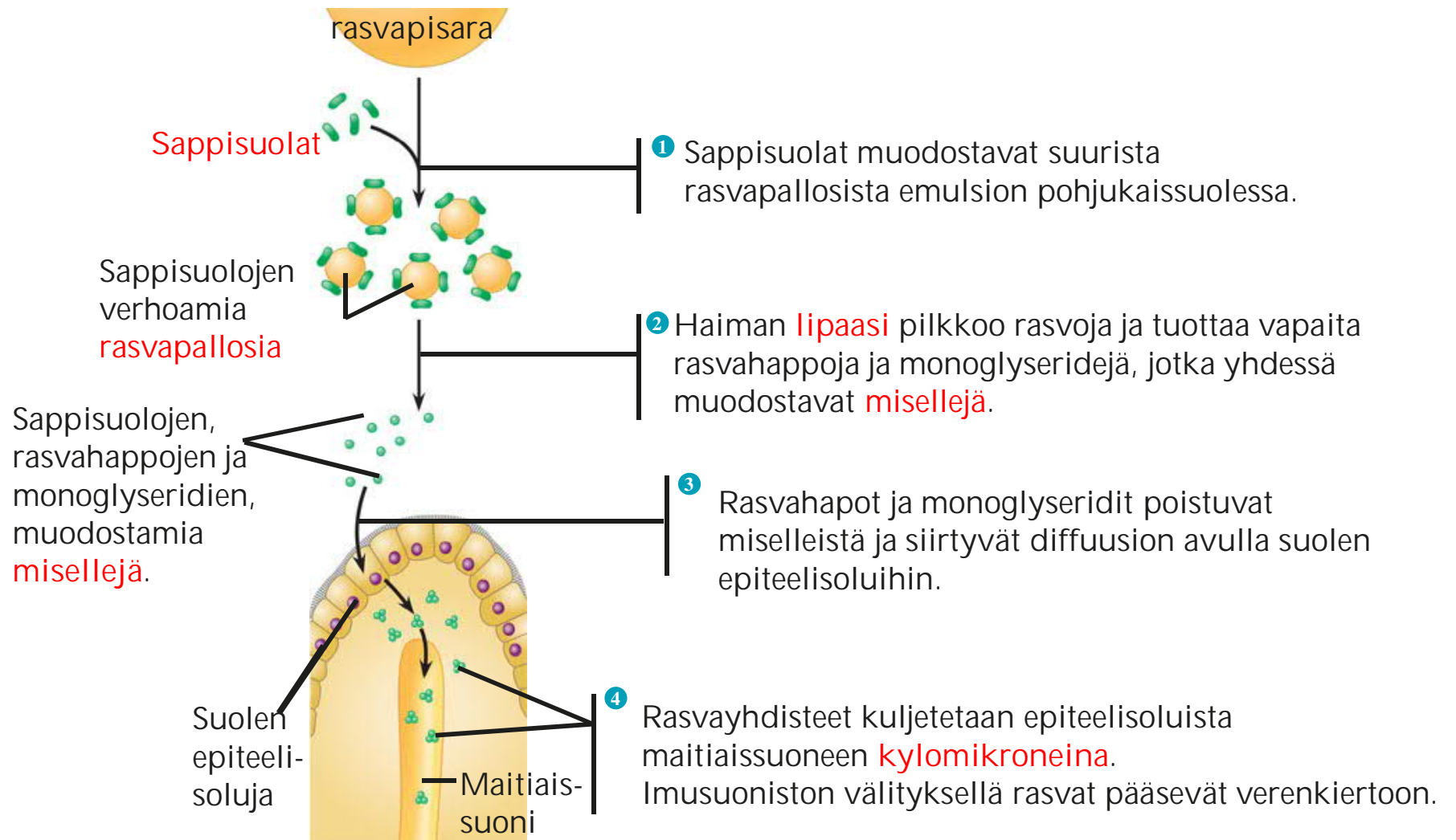


Kylomikroni pääsee diffuusiolla epiteelisolusta maitiaissuoneen, jossa se siirtyy imusuoniston kautta verenkiertoon



MAITIAISSUONI

Kylomikronin pinnalla on fosfolipidien lisäksi apolipoproteiineja (ApoA...ApoE), jotka auttavat rasvojen kuljettamisessa



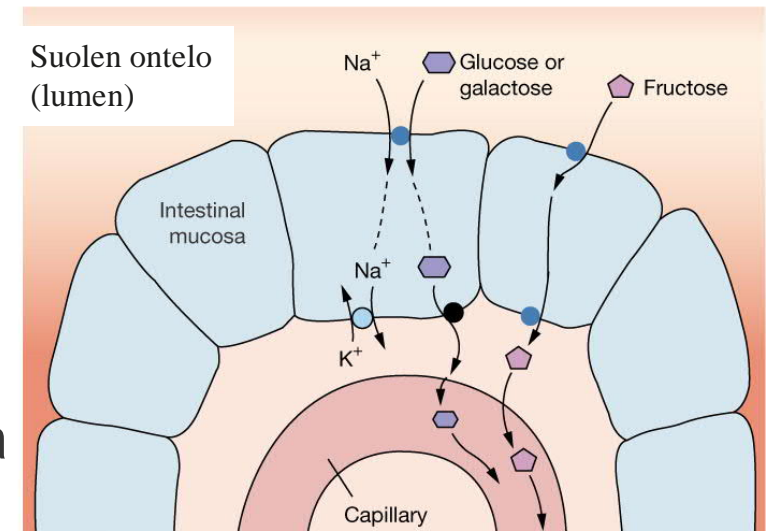
Vesiliukoisten ravintoaineiden imeytyminen

Vesiliukoiset aineet voidaan joskus kuljettaa yksinään

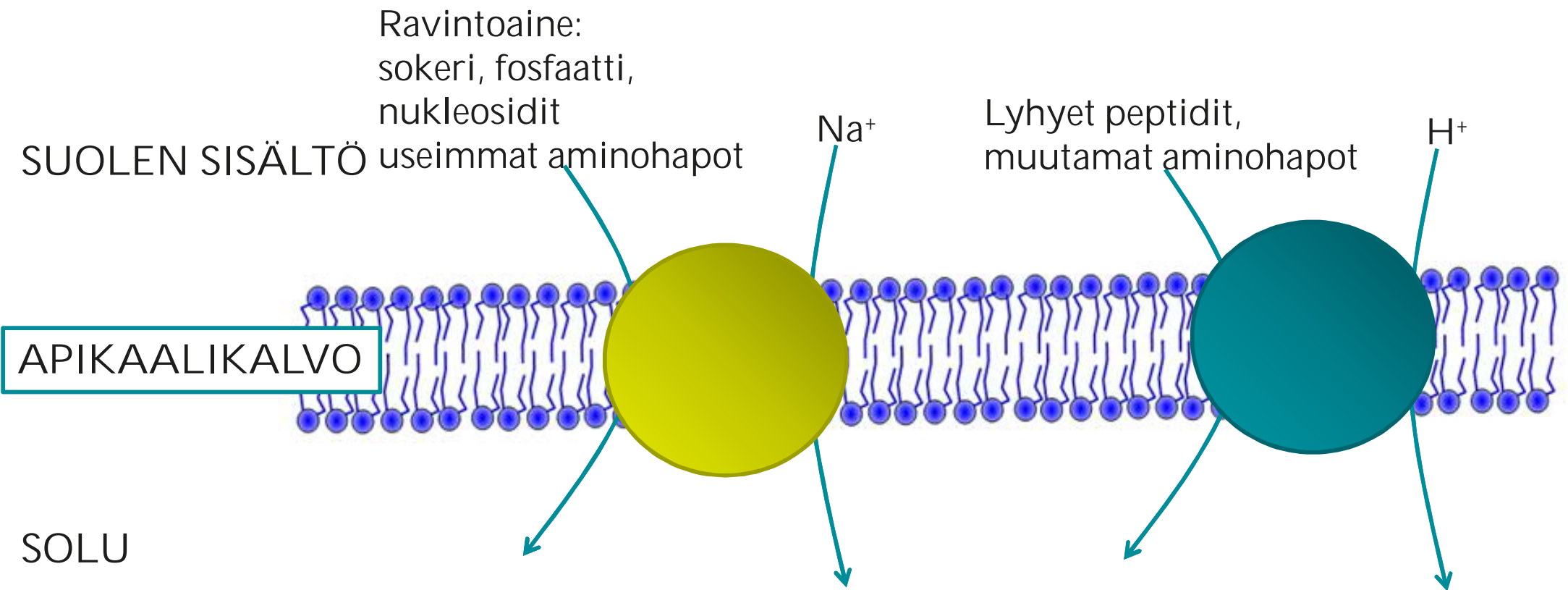
- Esim. fruktoosi
- Aineen pitoisuus on oltava reilusti suurempi epiteelin ulkopinnalla kuin epiteelisolun sisällä.

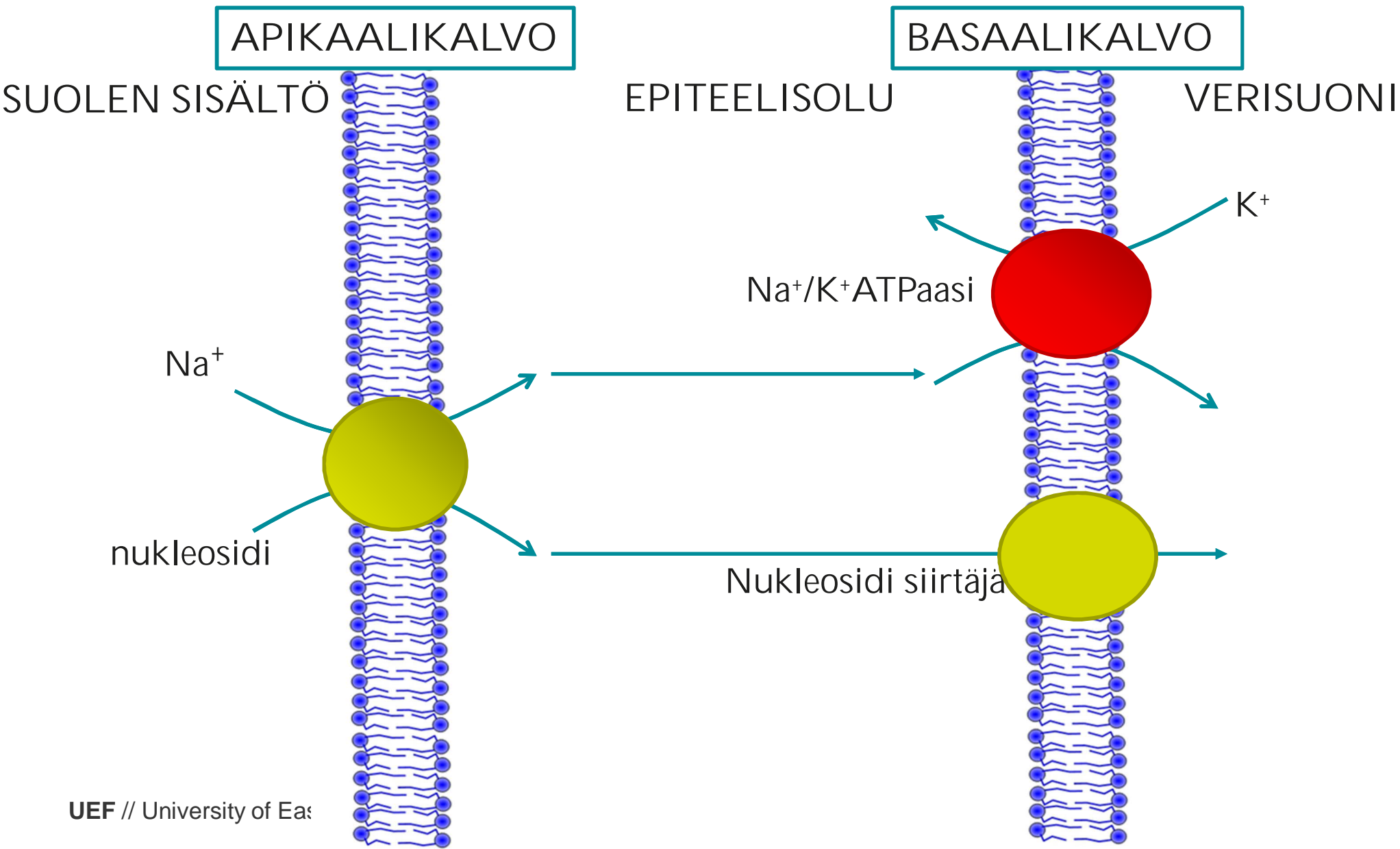
Suurimmaksi osaksi käytetään avustettua diffuusiota ja muiden aineiden pitoisuusgradienttia

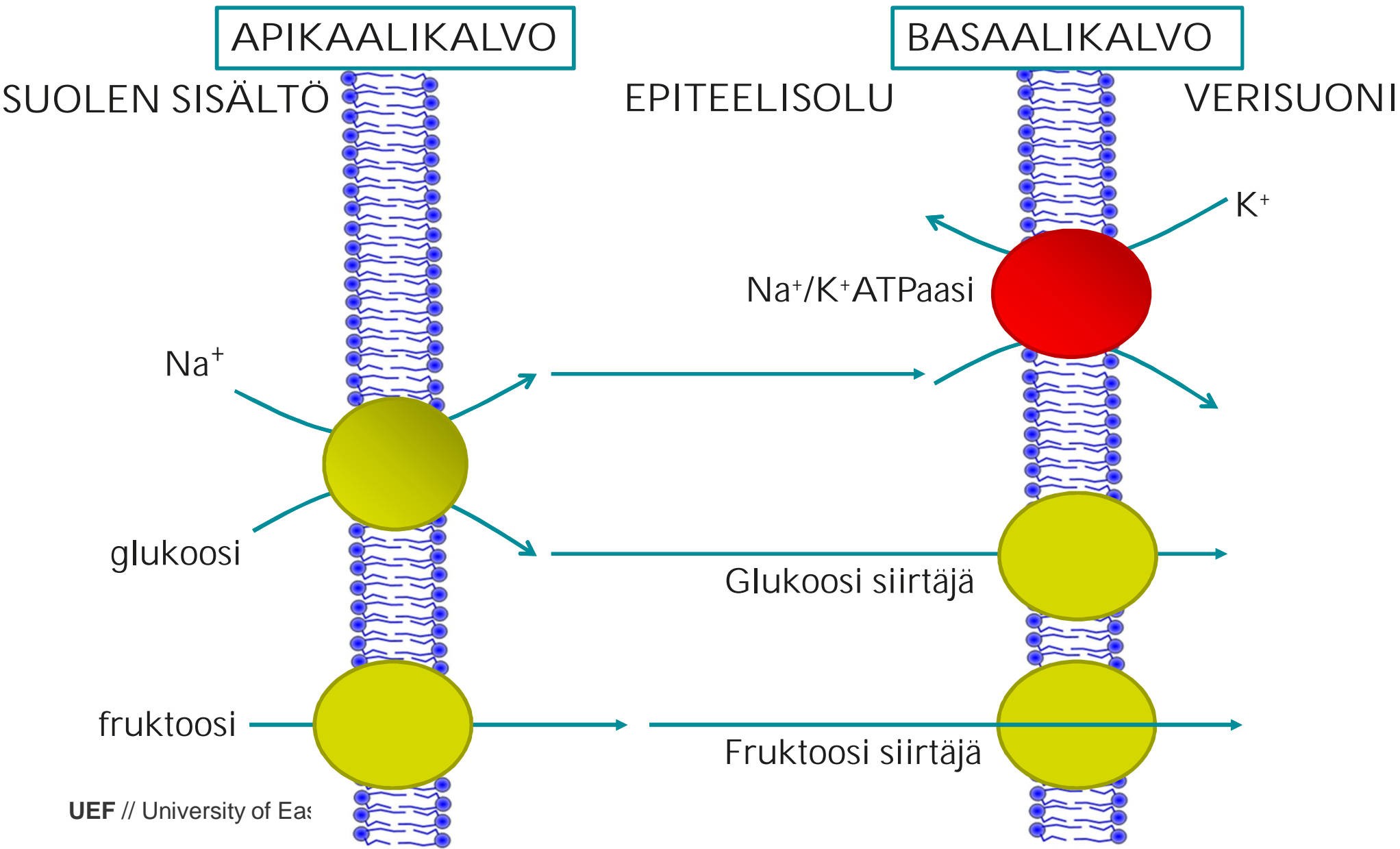
- Esim. glukoosi ja galaktoosi
- Kuljetus perustuu natriumionin pitoisuuseroihin
- Kuljetus voi tapahtua myös glukoosin pitoisuusgradienttia vastaan.

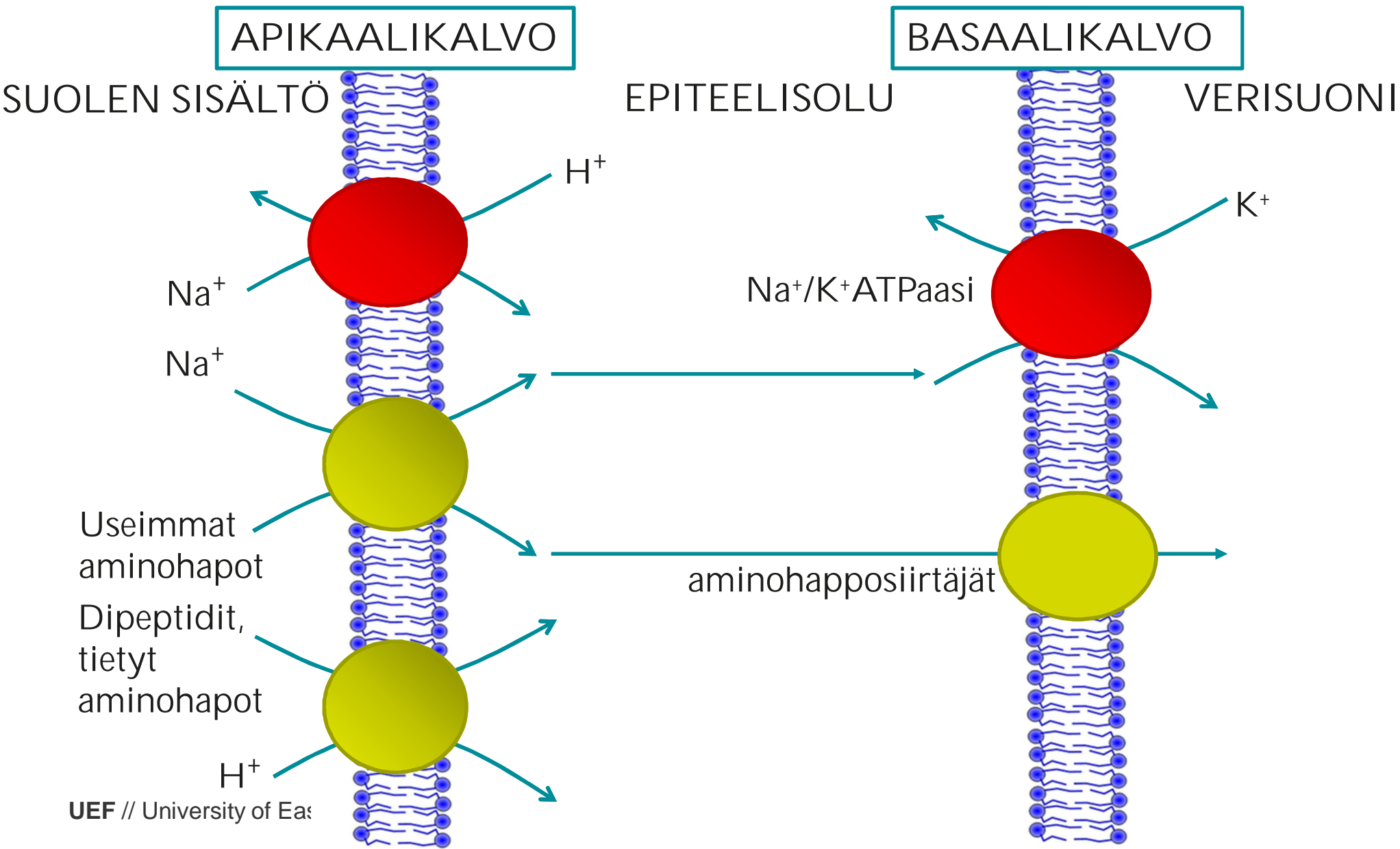


Sokereiden kuljetinmolekyylit: fruktoosille GLUT5 ja glukoosille GLUT2.

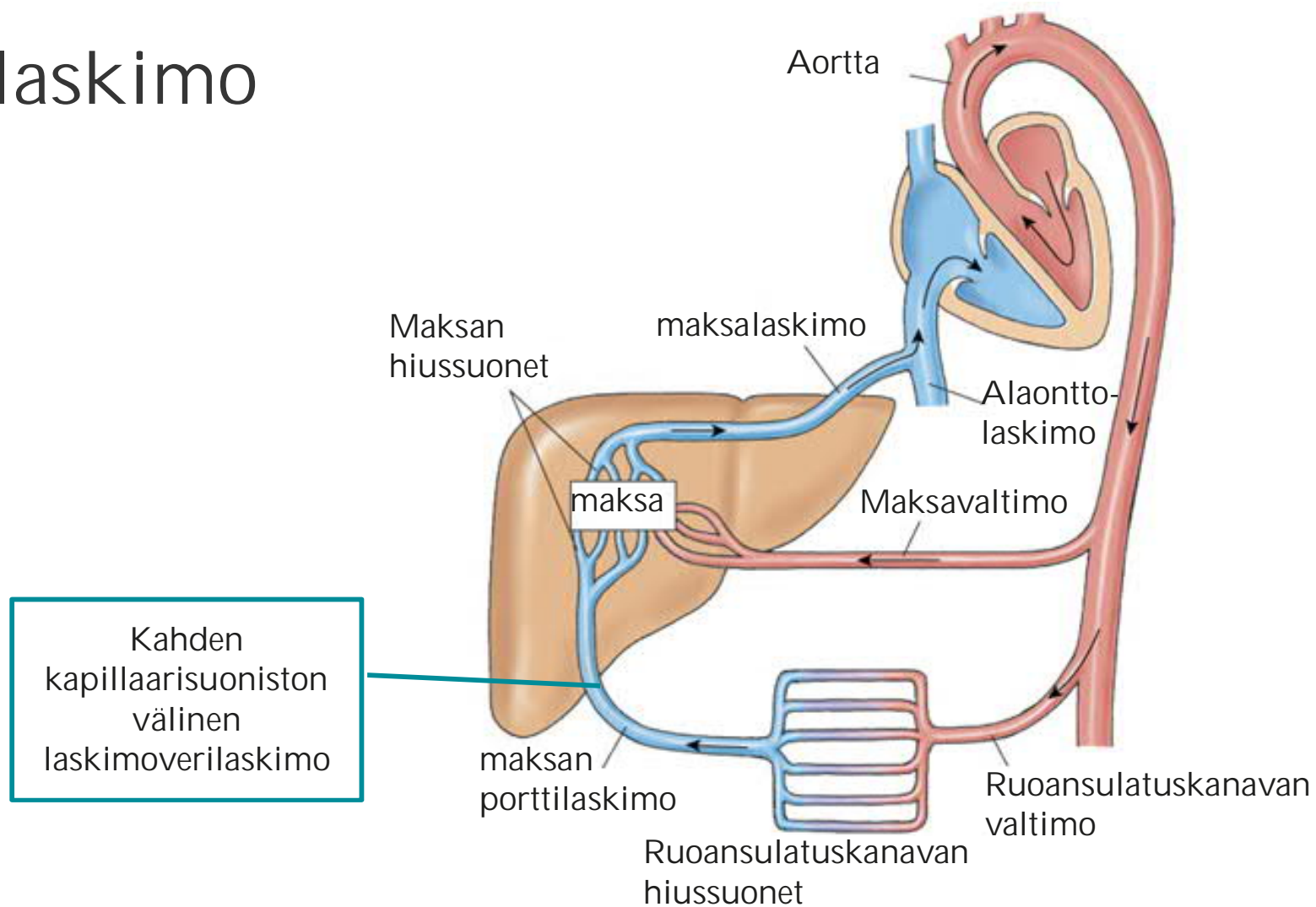








Porttilaskimo



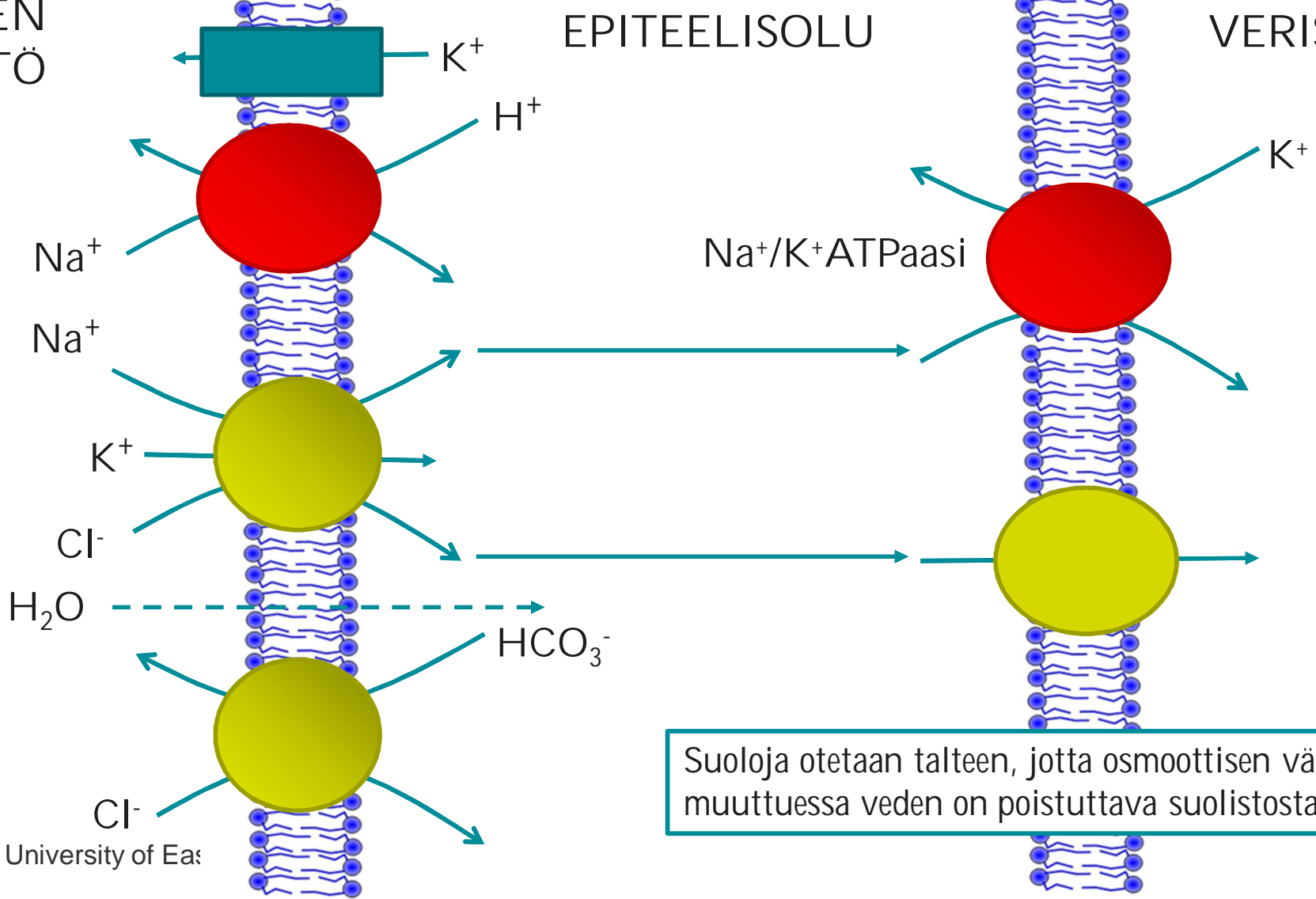
PAKSU-SUOLEN SISÄLTÖ

APIKAALIKALVO

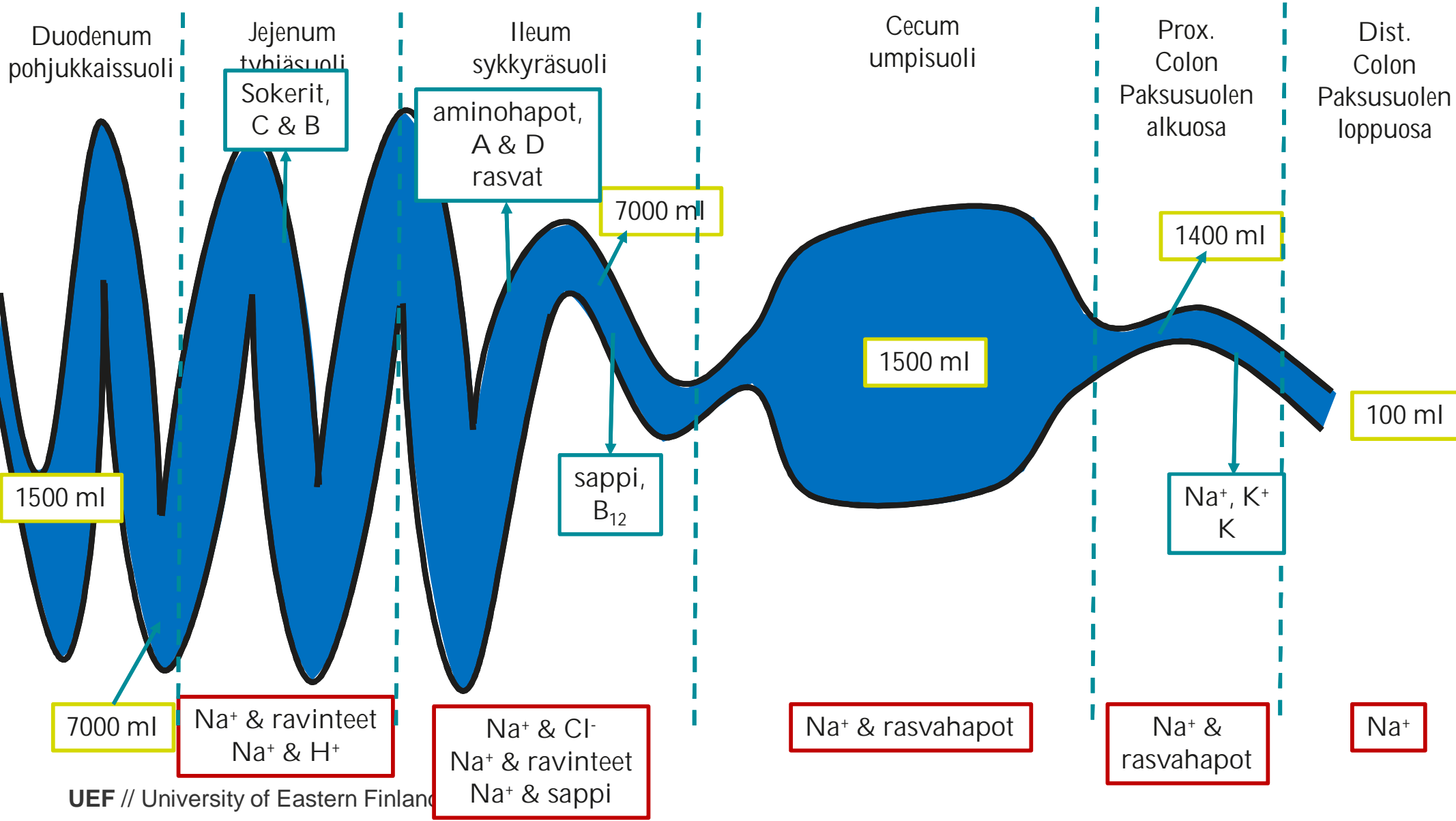
EPITEELISOLU

BASAALIKALVO

VERISUONI



Suoloja otetaan talteen, jotta osmoottisen väkemyyden muuttuessa veden on poistuttava suolistosta



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi



Eläinfysiologia ja histologia

3122243 5 op

Ruoansulatus ja evoluutio

Vesa Paajanen

UEF // University of Eastern Finland

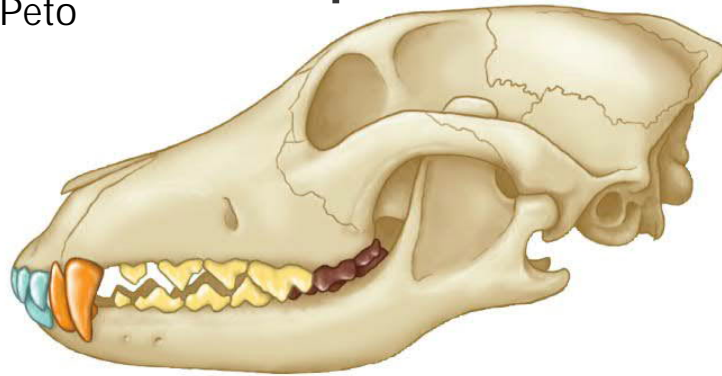
Ravinto vaikuttaa ruoansulatuselimistöön rakenteeseen

Kaikki ravinto ei ole yhtä sulavaa, joten eläinten ruoansulatuksen on sopeuduttava tarjolla olevaan ruokaan.

- Miten ruoka saadaan pureskeltua nieltävään muotoon?
 - Vaaditaanko repimis- vai jauhamisvoimaa
- Miten hyvin ruoka on entsyymaattisesti hajotettavissa?
 - Selluloosan sidokset hajoavat vain bakteereiden avulla
- Mitä ravintoaineita voidaan tuottaa itse/mitä on saatava ravinnosta?
 - Vitamiinien ja välttämättömien aminohappojen tarve

Hampaiden sopeumat

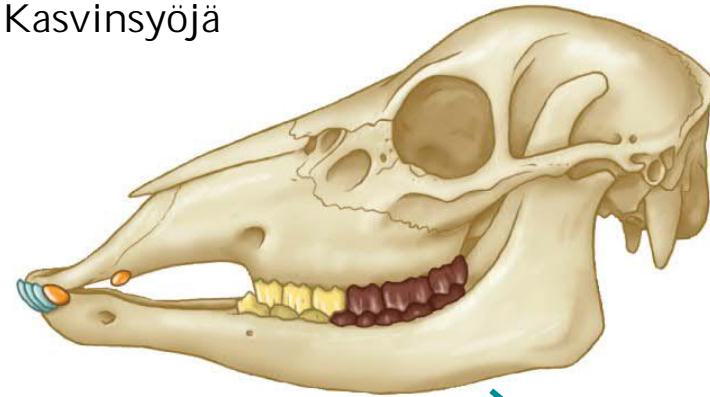
Peto



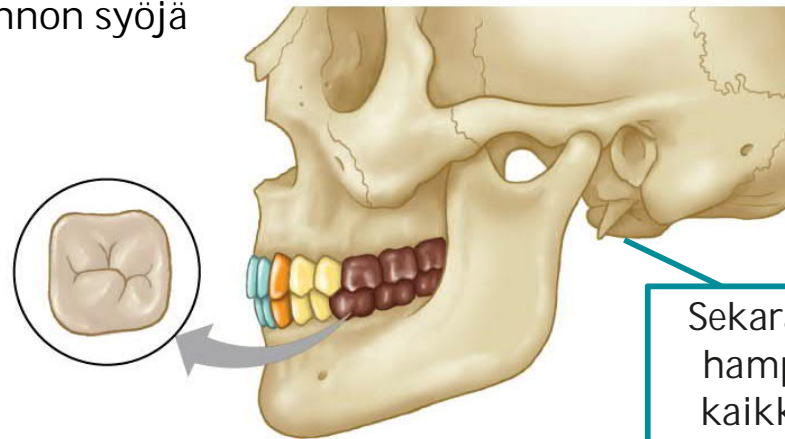
Sekaravinnon syöjä

Petoeläinten hampaat soveltuvat leikkaamiseen ja murskaamiseen

Kasvinsyöjä



Kasvinsyöjien hampaat soveltuvat jauhamiseen



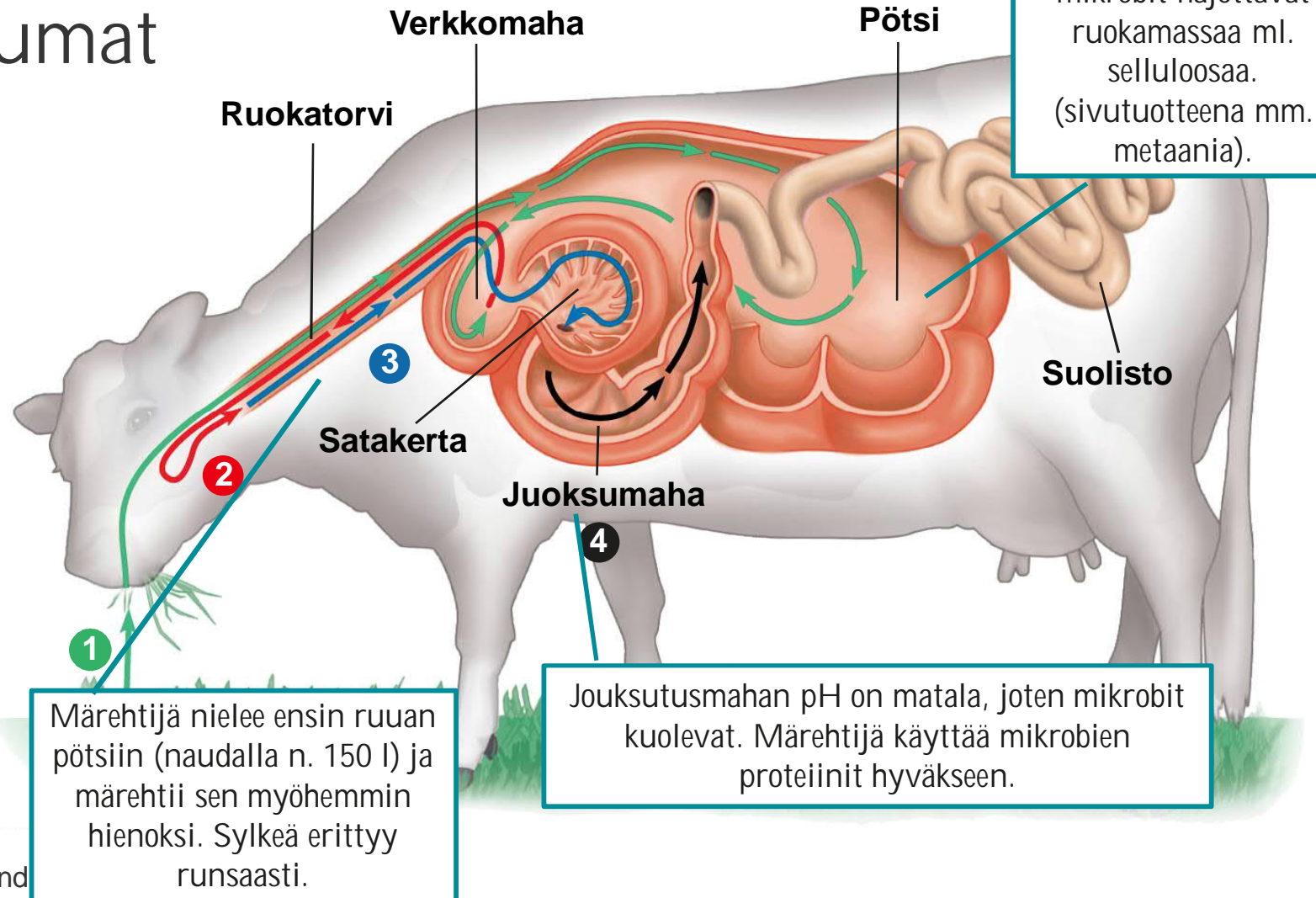
Sekaravinnon syöjien hampaat soveltuvat kaikkeen (huonosti)

Vatsan sopeumat

Märehtijällä (esim. nauta, lammas, vuohi) on 4 mahaa

Mikrobien hyödyt

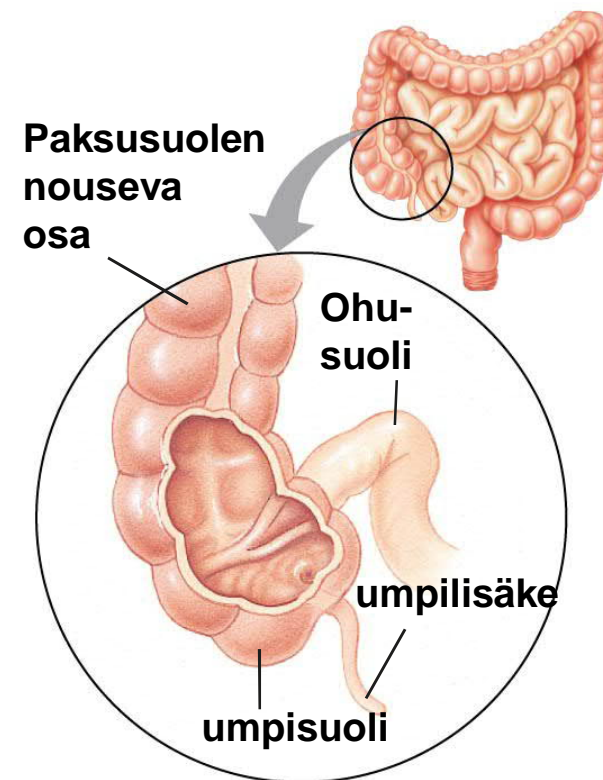
tuotanto	rasvahapot (maksassa glukoosiksi)
	B vitamiini
	Välttämättömät aminohapot
muokkaus	Urean kierrätys



Umpisuoli

Umpisuoli on paksusuolen umpiperäinen uloke, jonka rakenne muistuttaa paksusuolta.

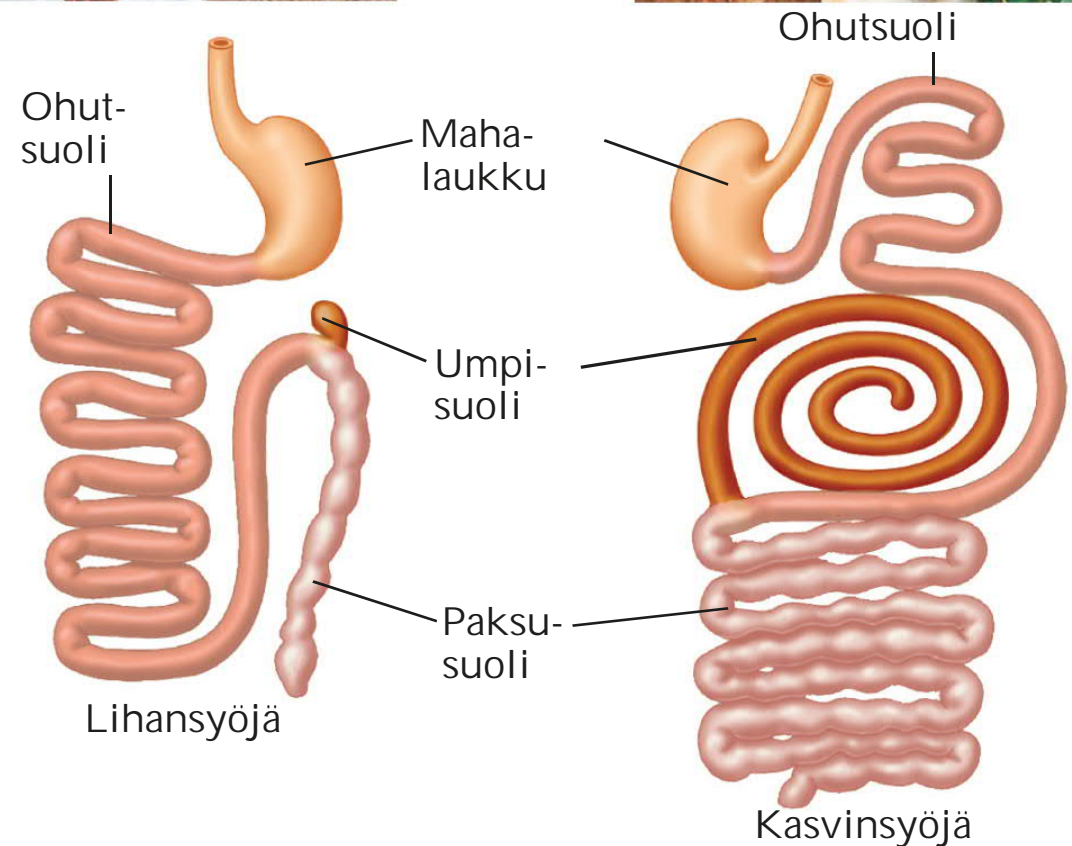
- Sisältää huomattavan paljon aerobisia bakteereita
- Merkitys luultavasti ihmisille vähäinen
- Umpisuoleen liittynyt umpilisäke säilöo hyödyllisiä bakteerikantoja



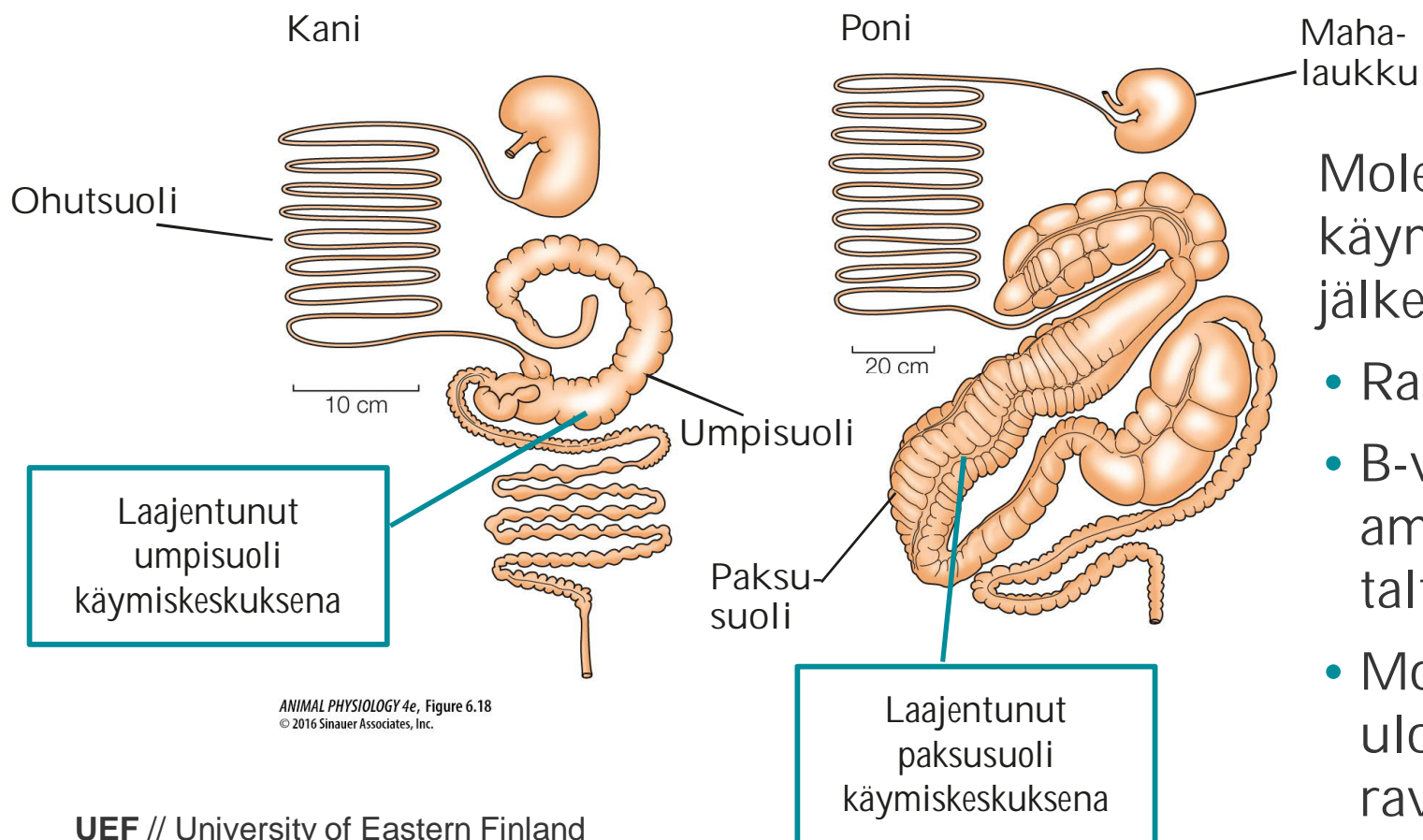
Suoliston sopeumat

Umpisuoli on erittäin pitkä useilla kasvinsyöjillä.

- Paikallaan pysyvät mikrobit pystyvät pilkkomaan huonosti sulavaa ruokaa
- Vastaavasti pedoilla on yleensä suurempi ja venyvämpi mahalaukku



Märehtijät eivät ole ainoat selluloosan syöjät



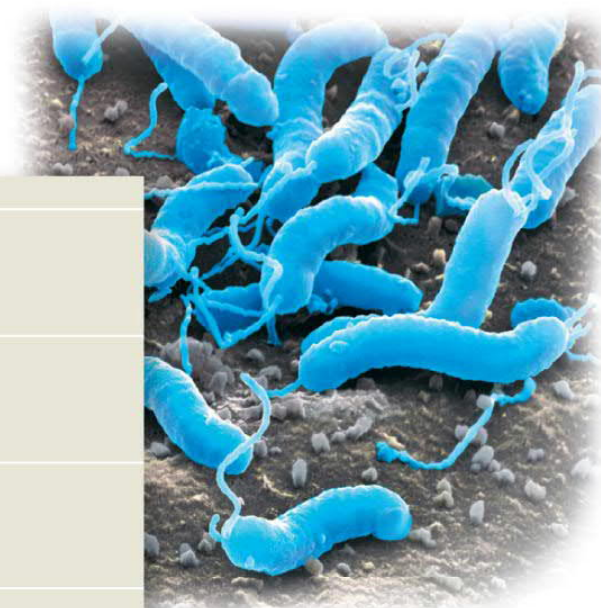
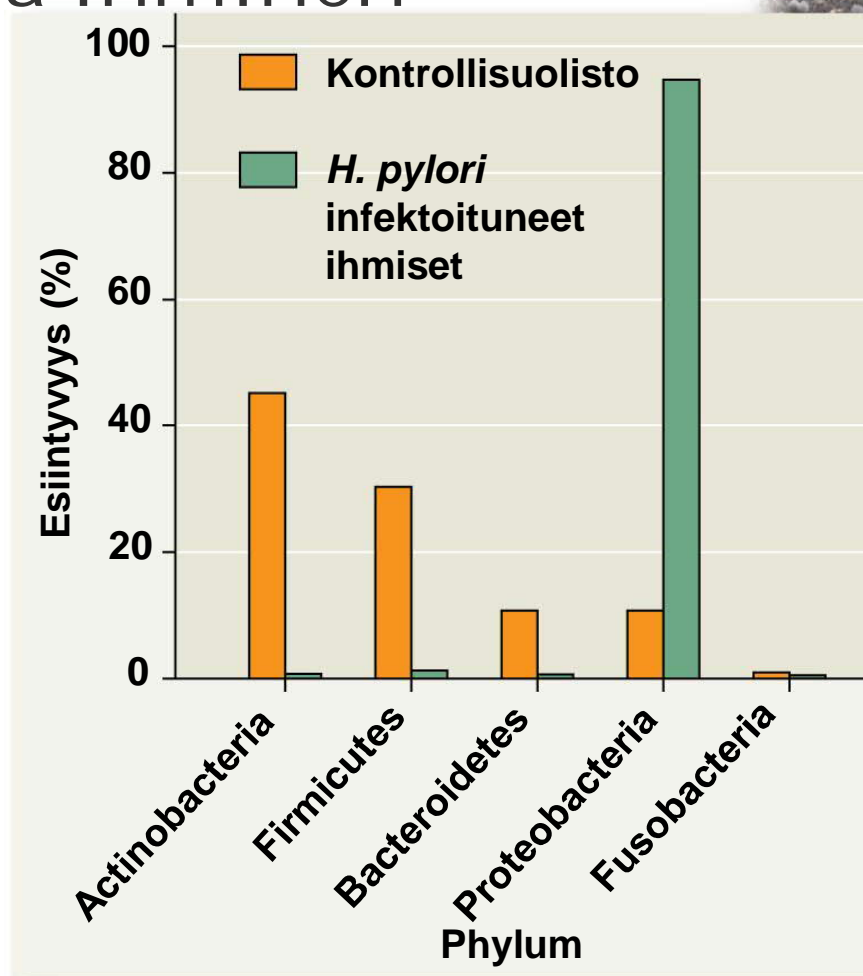
Molemmissa tapauksissa käyminen tapahtuu ohutsuolen jälkeen:

- Rasvahapot imeytyvät
- B-vitamiinia tai aminohappoja ei saada talteen
- Monet lajit syövät omaa ulostettaan saadakseen ravinteet.

Suolistobakteerit ja ihminen

Ihmisen suolistossa elää n. 400 bakteerilajia:

- Hajottavat tiettyjä sokereita rasvahapoiksi
- Valmistavat B-vitamiinia (ei tiedetä imeytyykö se)
- Tukevat immuunipuolustusta
- Pyrkivät ylläpitämään suolistoflooran tasapainoa



H. pylori

Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi





Eläinfysiologia ja histologia

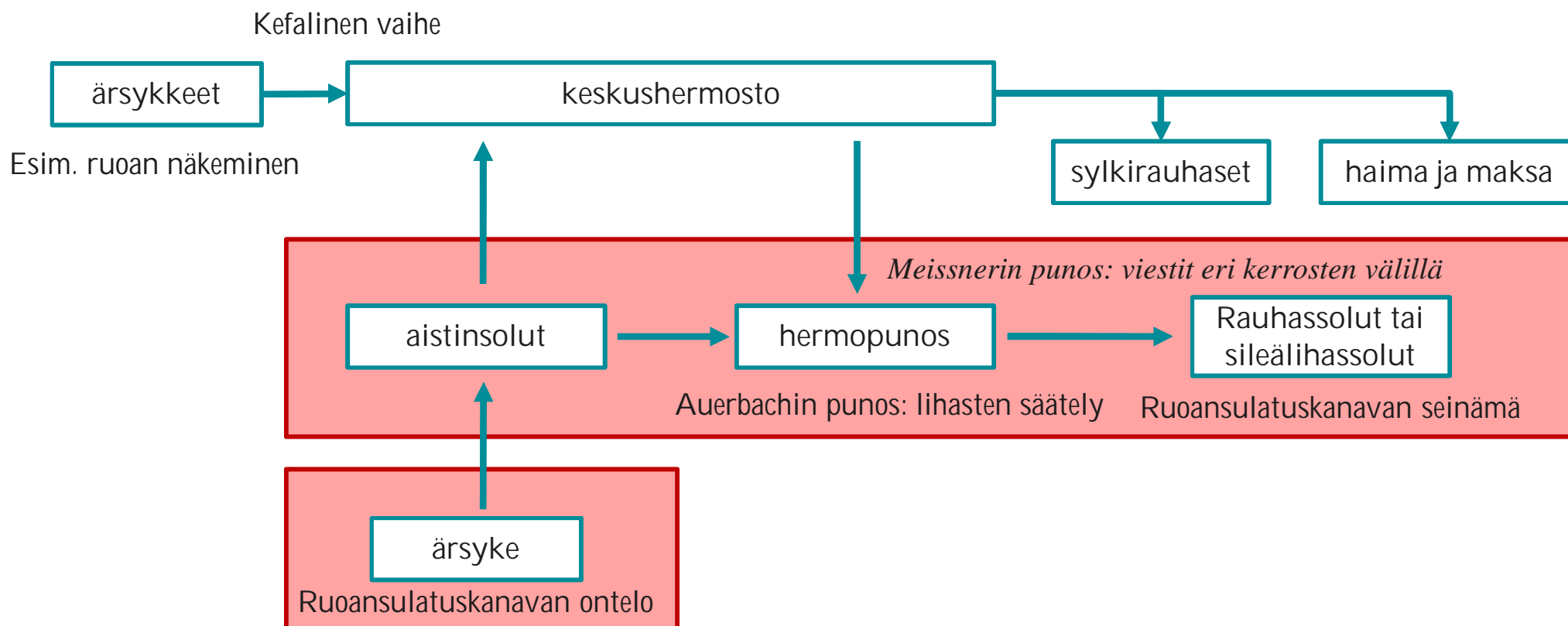
3122243 5 op

Ruoansulatuksen ja ruokahalun säätely

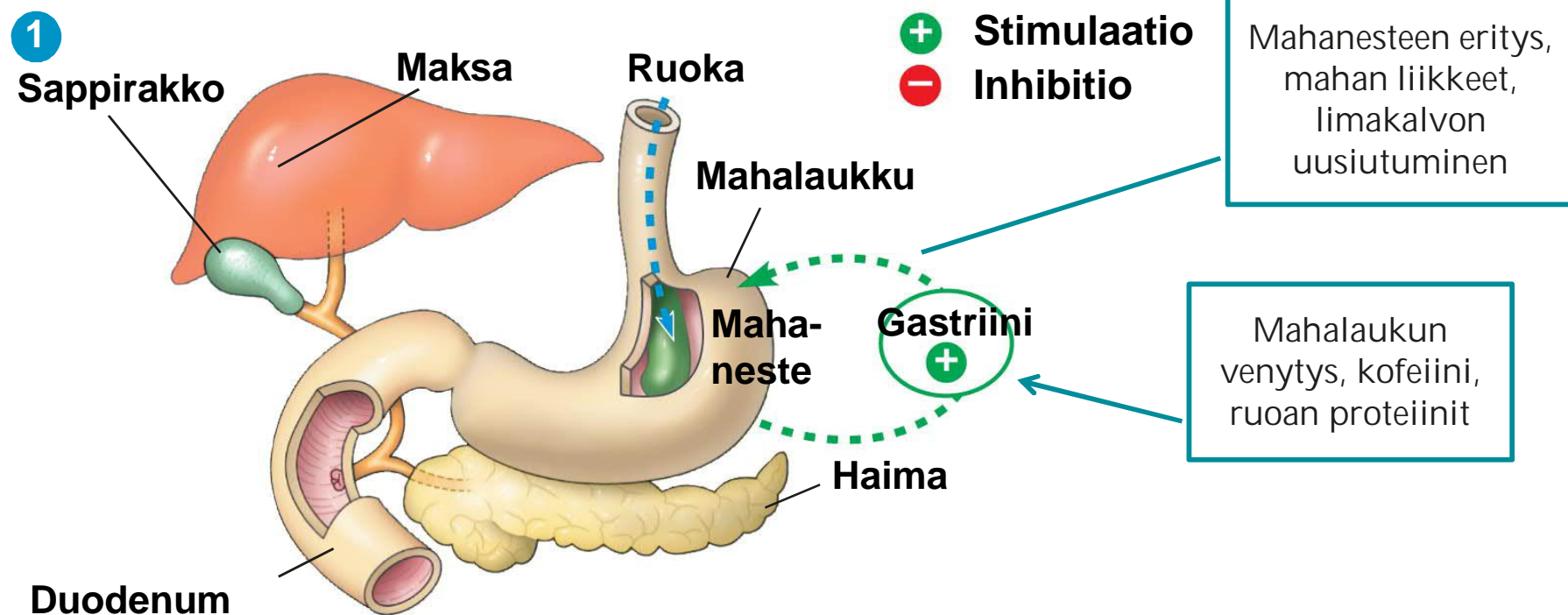
Vesa Paajanen

UEF // University of Eastern Finland

Ruoansulatuksen säätely



Ruoansulatuksen säätely: gastrinen vaihe



intestinaalinen vaihe

2

CCK laukaisee sappirakon tyhjennyksen

Aminohapot ja rasvat indusoivat kolesystokiniinin erityksen

CCK
+

Sappi

Ruokasula

HCO_3^- , entsyymit

Sekretiini laukaisee bikarbonaatin erityksen (pH:n neutralointi)

+ stimulaatio
- Inhibitio

Sekretiini
+

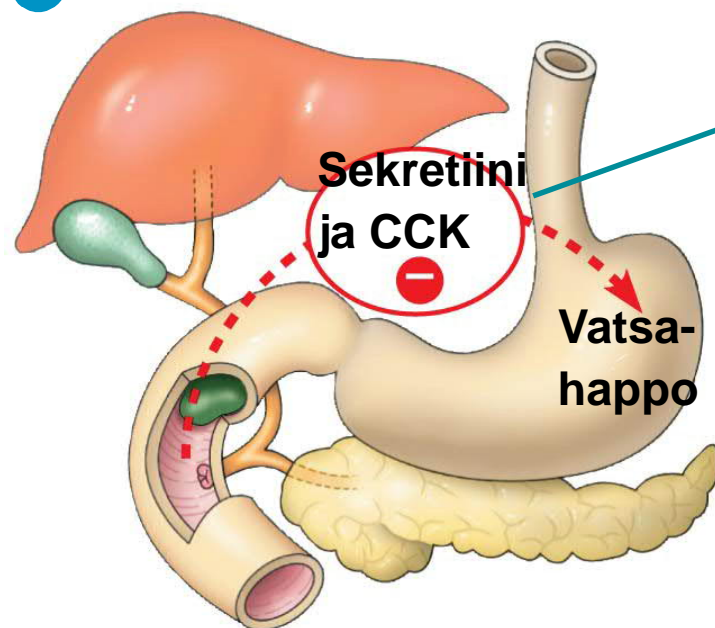
CCK
+

CCK laukaisee haiman ruoansulatus-entsyymien erityksen

Haiman ruokasula indusoi sekretiinin erityksen

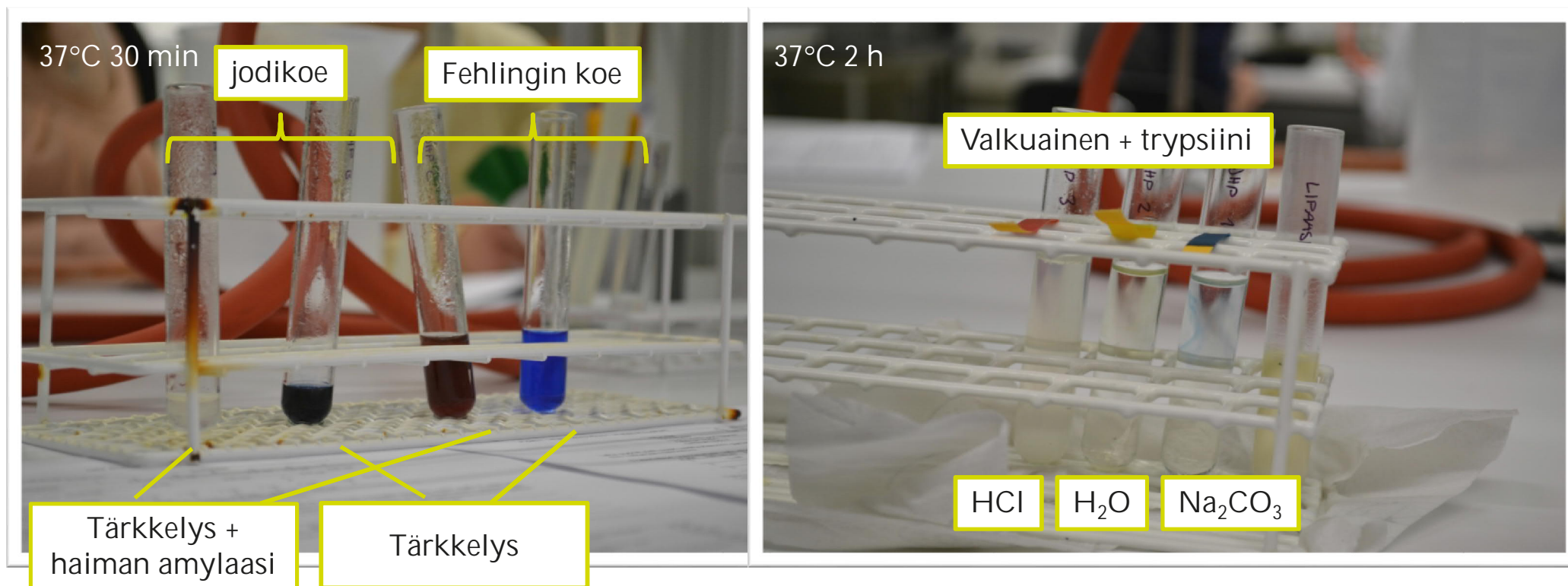
Ruoansulatuksen hidastaminen

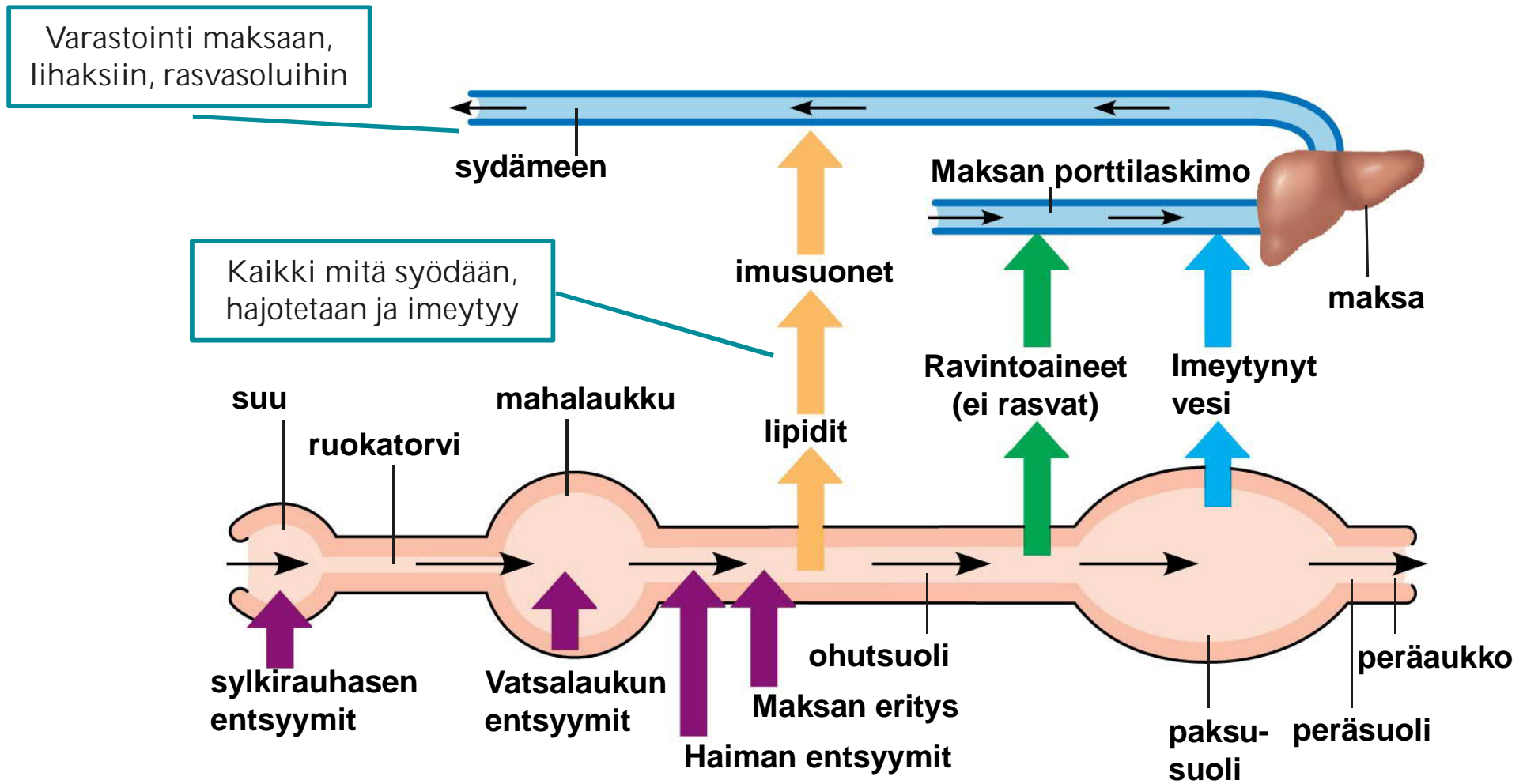
3



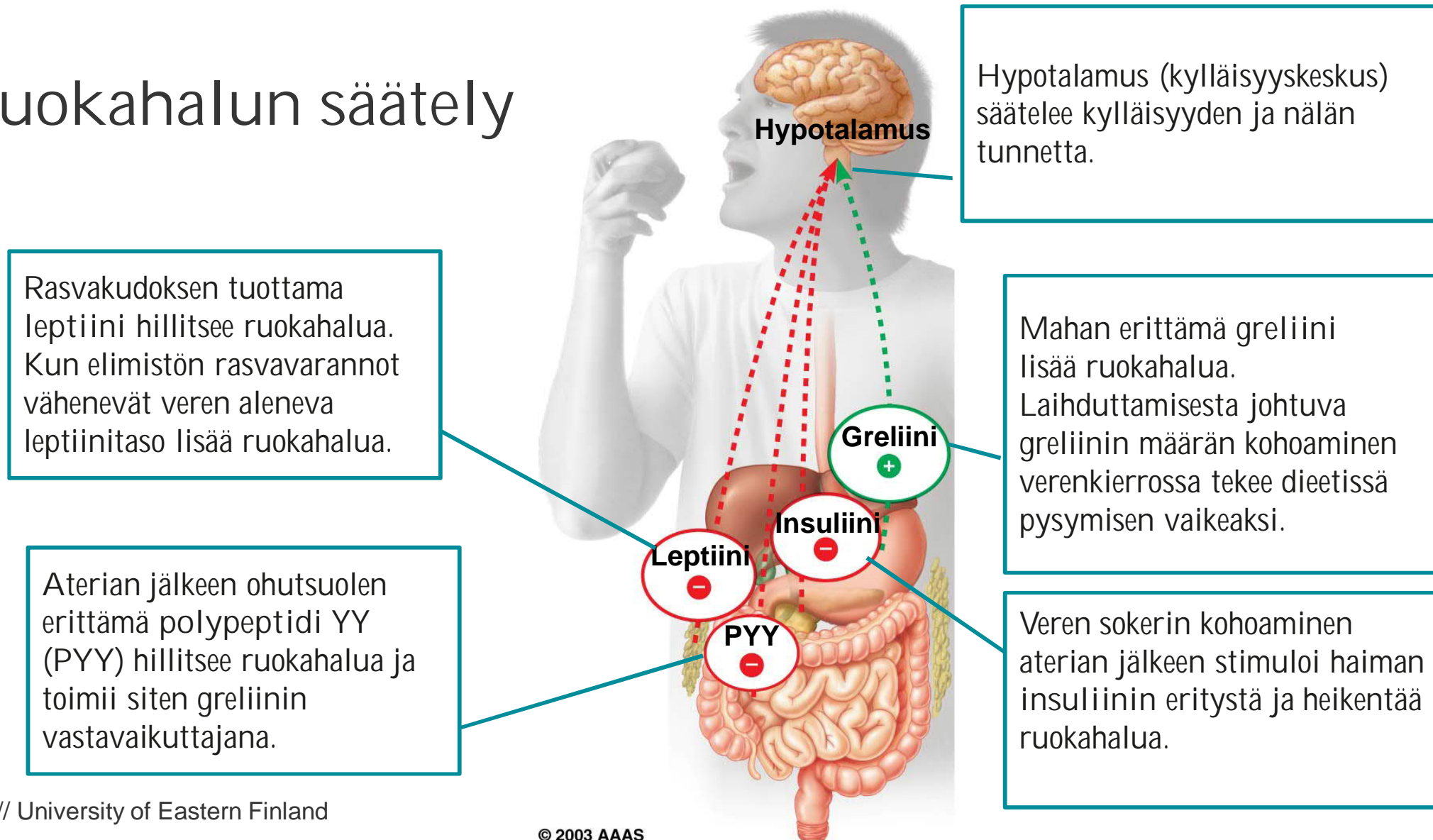
CCK ja sekretiini estävät vatsan alaosan liikkeitä ja hapon eritystä

Haiman entsyymit vaativat aikaa





Ruokahalun säätely



Toinen näistä on leptoni-knockout...



Kiitos!



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi

