

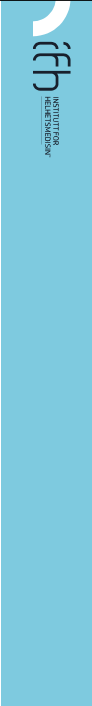
1

Læringsmål fordøyelsessystemet

Etter gjennomført emne er det forventet at studenten kan beskrive

- Mage og tarmkanalens oppbygning
- De ulike prosesser som foregår i kanalen: sekresjon, fordøyelse, absorpsjon og motilitet
- Reguleringen av mage og tarmkanalens funksjoner
- Hvordan de ulike næringsstoffer, mineraler og vitaminer behandles og absorberes i tarmen
- Hvordan lever og byksputtkjertelen er oppbygd og fungerer

2

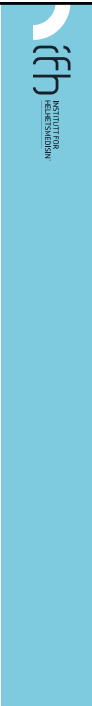


Pensum

Undervisningspresentasjonene sammen med oppgitte sider i læreboken er å betrakte som pensum.

Repeter! Anatomi og fysiologi side 247 - 268

3



Oversikt

- Fordøyelsessystemets hovedoppgaver
- Oversikt og oppbygning
- Prosessene i fordøyelsen
- Fordøyelseskanalen vegg
- Bukhulen og bukhinnen
- Regulering av fordøyelseskanalen funksjoner

4

Fordøyelsessystemet - oversikt

- Kroppen er avhengig av drivstoff for optimal funksjon.
- Drivstoff forekommer som karbohydrater, fett, proteiner, vitaminer, mineraler og vann.
- Disse stoffene brytes ned til små molekyler i fordøyelseskanalen før kroppen kan nyttiggjøre seg dem.
- Transport av stoffene skjer over tarmvegg til blod, som forsyner kroppens ulike vev.
- Det tar ca 4 timer før maten er fordøyd og absorbert. 3 måltid om dagen gir direkte energi i 12 timer
- Derfor må kroppen lagre overskuddsnæring i form av FETT eller glykogen. Fett inneholder mye energi per vekt, og lite vann.

5

Dyr kan klassifiseres etter hva de spiser

- Herbivore
- Karnivore
- Omnivore



Hvorfor kan ikke vi overleve på gress når andre pattedyr som kua kan?



6

Fordøyelse og næringsstoffer

Fordøyelse:

«de mekaniske, kjemiske og biologiske prosesser som maten må gjennomgå før næringsstoffene kan tas opp, slik at man kan nyttiggjøre seg dem»

Næringsstoffer

«grunnstoffer og kjemiske forbindelser som tilføres kroppen for å gi energi eller være byggeelement i vekst og vedlikehold av kroppens funksjoner»

7

Fordøyelse og næringsstoffer

Næringsstoffer

«grunnstoffer og kjemiske forbindelser som tilføres kroppen for å gi energi eller være byggeelement i vekst og vedlikehold av kroppens funksjoner»

-kjemisk energi

-byggesteiner for vev

-kofaktorer lignende i biokjemiske prosesser

8

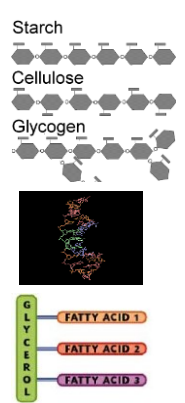
Næringsbehov

- Kjemisk energi - > ATP

Karbohydrater (mono, -di, -og polysakkarider)


Proteiner

Fett



Starch
Cellulose
Glycogen

G L Y C E R O L
FATTY ACID 1
FATTY ACID 2
FATTY ACID 3



9

Organiske byggesteiner for biosyntese

- Karbon
 - Karbohydrater
 - Proteiner
 - Fett
- Nitrogen – Proteiner
 - Normalt: 0.8g/kg kroppsvekt
 - Lett trening/graviditet: 0.9-1.0 g/kg kroppsvekt
 - Idrettsutøvere: 1.2-1.8 g/kg kroppsvekt





10

Essensielle næringsstoffer

Molekyler som dyret trenger, men ikke klarer å lage selv



- Vitaminer
- Mineraler
- Aminosyrer
- Fettsyrer

11

Vitaminer

| vitamin | matvare | mangel |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| vannløslige | | |
| C | Frukt og grønt | Skjørbuk |
| B₁, B₁₂ | Animalske og vegetabilske matvarer | Sentralnervesystemet |
| fettløslige | | |
| A | Lever, grønnsaker | Blindhet, nattblindhet |
| D | Melk, lever, egg, fisk | Rakitt |
| E | Nøtter, frø, veg,oljer | Antioksidant |
| K | Grønnsaker + tarmbakterier | blodkoagulering |



Organiske molekyler vi trenger i små mengder

12

Mineraler

- Kalsium
- Fosfor
- Svovel
- Kalium
- Klor
- Natrium
- Magnesium



- Jern
- Fluor
- Jod

Viktig for:

- Skjelett
- Ionebalanse
- Cellesignalering
- Enzymfunksjon
- Hormonfunksjon

13


Essensielle aminosyrer

- Isoleucine
- Leucine
- Lysine
- Methionine
- Phenylalanine
- Threonine
- Tryptophan
- Valine



Finnes også i
vegetabilsk
protein:
kikerter,
bønner osv.

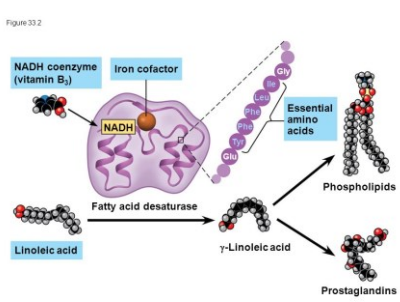
14



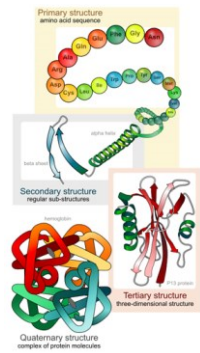
Essensielle aminosyrer

Nesten alle proteiner i kroppen inneholder noen essensielle aminosyrer.

Figure 33.2



© 2014 Pearson Education, Inc.



15



Dieter for en bedre helse – sant eller usant?

Raw food diet

“Advocates argue that raw or living foods have **natural enzymes**, which are critical in building proteins and rebuilding the body, and that **heating these foods destroys the natural enzymes** and can leave toxins behind.”



PH dietten

PH-DIETTEN

Gir mer energi, bedre konsentrasjon og utholdenhet

Denne dietten har du mest sannsynlig aldri hørt om.




NYTTILREBER DEG: Grønnsaker, vannett slup, gjør deg mer bevisst på hva du spiser. KLUTTILREBER DEG: Grønnsaker, vannett slup, gjør deg mer bevisst på hva du spiser.

17

Vi kommer tilbake til dette etter hvert..

16

Fordøyelse

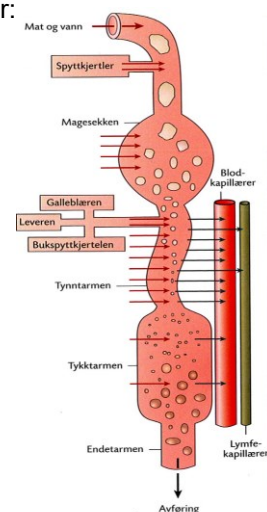
- For å opprettholde livet spiser vi energirike, organiske næringsstoffer.
- Store næringsstoffmolekyler omformes til mindre molekyler og transporteres over i blodbanen eller lymfen. Disse prosessene kalles fordøyelse.
- Fordøyelseskanalen suger opp alt den tilføres av nyttige stoffer, uavhengig av organismens behov.
- Det er andre mekanismer som bestemmer om de tilførte næringsstoffene forbrukes, lagres eller skilles ut av kroppen.

17

Fordøyelse

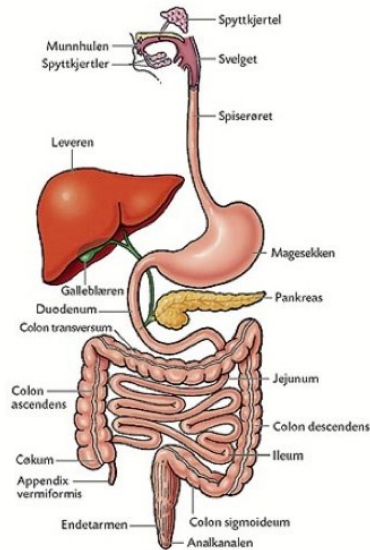
Fordøyelsesprosessen kan deles inn i fire deler:

1. Mekaniske funksjoner
2. Sekresjon av enzymholdige fordøyelsessekreter
3. Enzymatisk spalting av næringsstoffene
4. Absorpsjon fra fordøyelseskanalen



18

Hva inngår i fordøyelsessystemet?

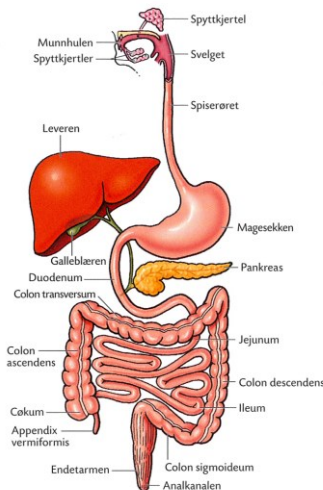


19

Hva inngår i fordøyelsessystemet?

- Fordøyelseskanalen:
 - Munnhule
 - Svelg
 - Spiserør (øsofagus)
 - Magesekk (ventrikkel)
 - Tynntarm
 - Tykktarm
 - Endetarm

- Andre organer:
 - Spyttkjertlene
 - Bukspyttkjertelen (pankreas)
 - Leveren
 - Galleblæren

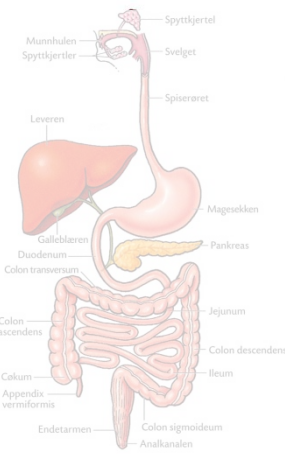



20

Oppbygning av fordøyelsessystemet

- Fordøyelseskanaalen:
 - Munnhule
 - Svelg
 - Spiserør (øsofagus)
 - Magesekk (ventrikkel)
 - Tynntarm
 - Tykktarm
 - Endetarm

- Andre organer:
 - Spyttkjertlene
 - Bukspyttkjertelen (pankreas)
 - Leveren
 - Galleblæren





INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

21

Oppbygning av fordøyelsessystemet

- Fordøyelseskanaalen:
 - Munnhule
 - Svelg
 - Spiserør (øsofagus)
 - Magesekk (ventrikkel)
 - Tynntarm
 - Tykktarm
 - Endetarm

- Andre organer:
 - Spyttkjertlene
 - Bukspyttkjertelen (pankreas)
 - Leveren
 - Galleblæren

Hvorfor fordøyes ikke egen kropp i prosessen?

Hele prosessen foregår i hulrom inne i kroppen som er forbundet direkte med utsiden





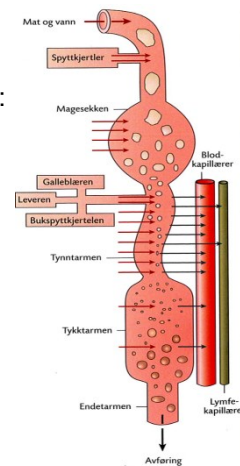
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

22

Fordøyelse

Fordøyelsesprosessen kan deles inn i fire deler:

1. Mekaniske funksjoner
2. Sekresjon av enzymholdige fordøyelsessekreter
3. Enzymatisk spaltning av næringsstoffene
4. Absorpsjon fra fordøyelseskanalen



23

Mekaniske funksjoner

- Mekanisk behandling starter i munnen ved tygging.
- Blandebevegelser i magesekken gjør at fordøyelsesenzymene blandes med maten.
- Tregere transport i tarm for opptak av næringsstoffer
- Absorpsjonen fremmes ved at nytt tarminnhold stadig bringes i kontakt med epitelcellene som kler tarmene.
- Innholdet blir transportert nedover med en nøye regulert hastighet.
- Hovedsakelig glatt muskulatur og ikke viljestyrt (unntak: tygging, svelg og ytre ringmuskel rundt endetarm)

24

Sekretsjon

- Kjertelceller produserer enzymholdige fordøyelsessekreter og smørende slim.
- Enzymene spalter næringsstoffene.
- Sekretene har en ionsammensetning og pH som legger forholdene til rette for optimal enzymaktivitet i de ulike delene av fordøyelseskanalen.
- Epitelceller kler kanalen med slim = mat glir lettere og beskytter mot skader.
- Produksjon skjer i kjertler i kanalens vegg og i større kjertler som ligger utenfor kanalen (spyttkjertler, bukspyttkjertel og lever). Daglig produksjon er omtrent 7 liter! Reabsorberes etter bruk.

25

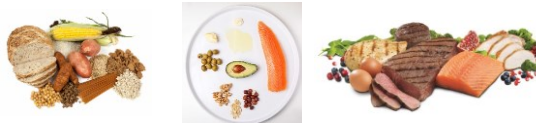
Enzymatisk spalting/kjemisk fordøyelse

- Maten inneholder tre typer energirike næringsstoffer:

Karbohydrat

Fett

Proteiner



- Næringsstoffene er stort sett sammensatte molekyler som ikke kan transporteres gjennom tarmveggen.
- Næringsstoffene omformes ved hjelp av enzymer i fordøyelsessekretene til enkle molekyler som kan passere cellemembraner.

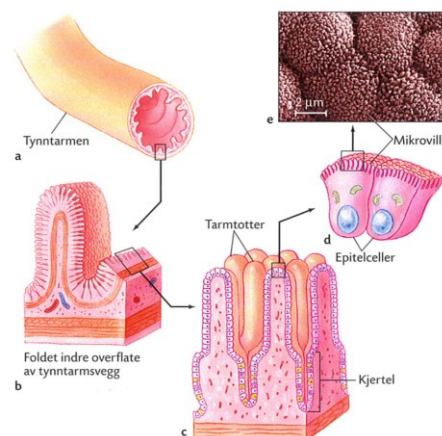
26

Absorpsjon

- Ved absorpsjonen transporteres molekyler som dannes ved nedbrytningen av næringsstoffene, fra fordøyelseskanalens hulrom til sirkulasjons- eller lymfesystemet.
- Sammen med næringsstoffene transporteres vann, ioner og vitaminer.
- Ved et vanlig kosthold absorberes omtrent 95% av den stoffmengden vi tar inn. Dersom vi spiser mye ufordøyelig plantemateriale, øker andelen av mat som ikke absorberes.
- Absorpsjon er dels aktiv (energikrevende) og dels passiv.
- Na^+ er avgjørende for prosessen, fordi Na^+ trekker med seg andre stoffer som aminosyrer og glukose.

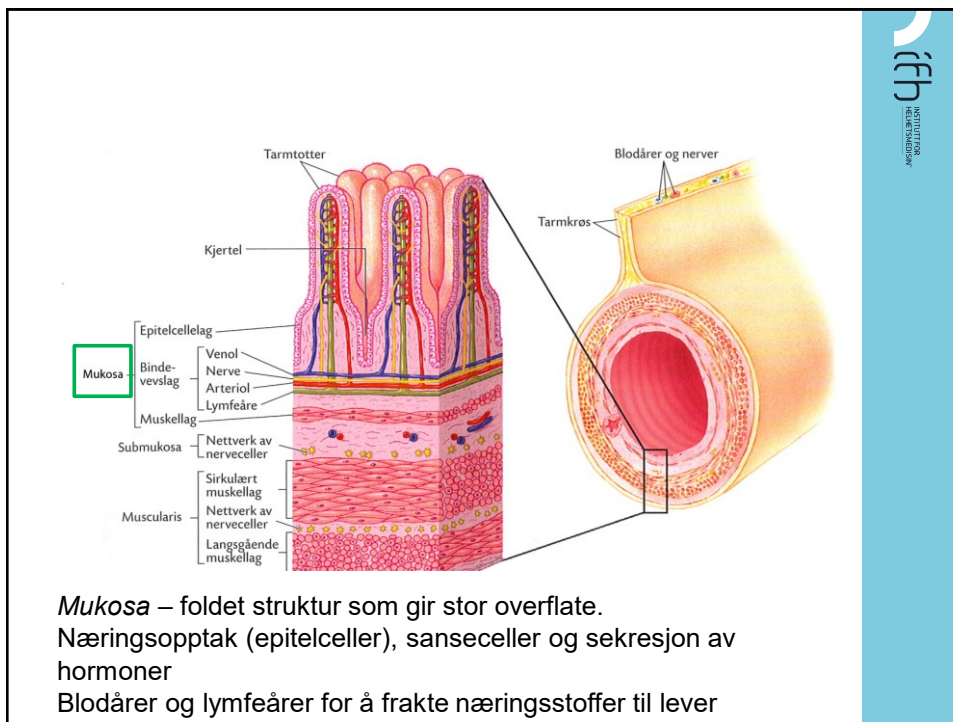
27

Oppbygningen av fordøyelseskanalens vegg

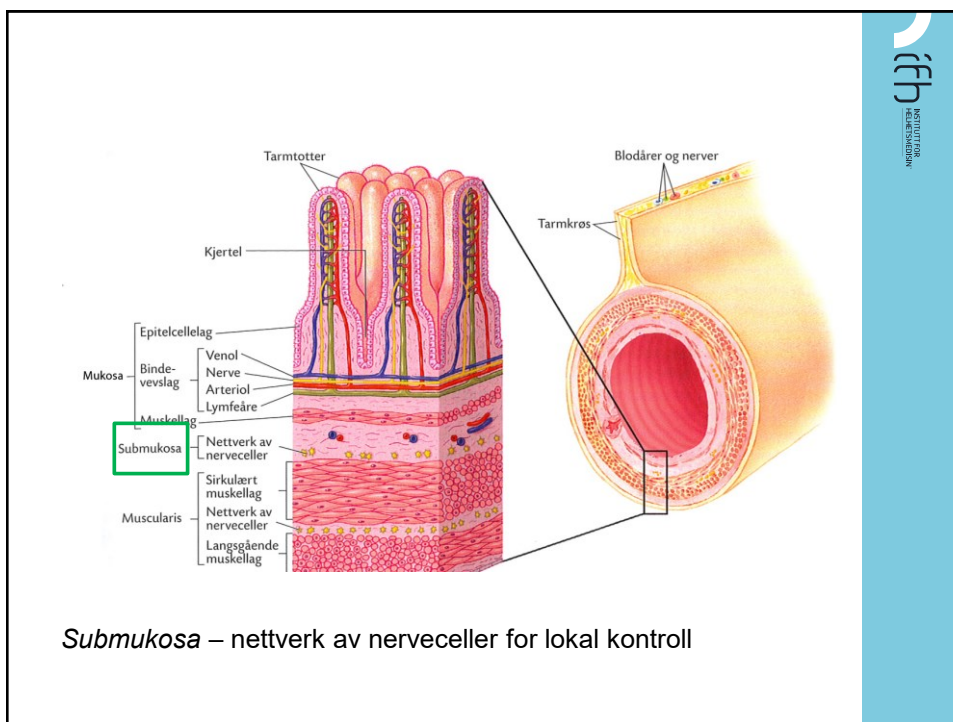


Enorm overflate; 200 m²: folder, tarmtotter (villi) og microvilli (epitelceller; 'brush border').

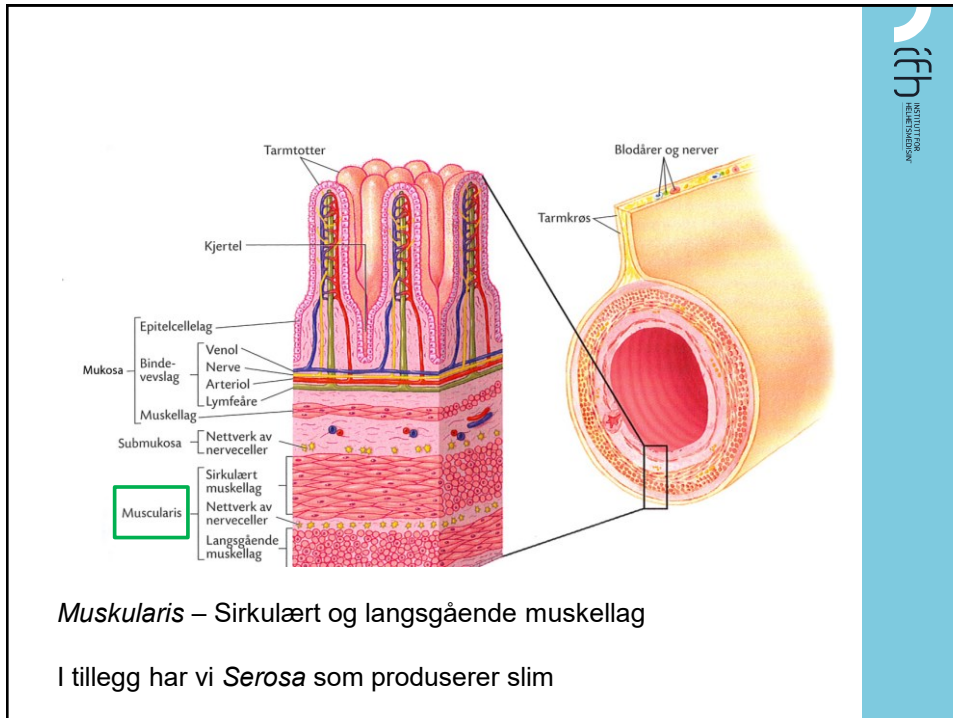
28



29



30

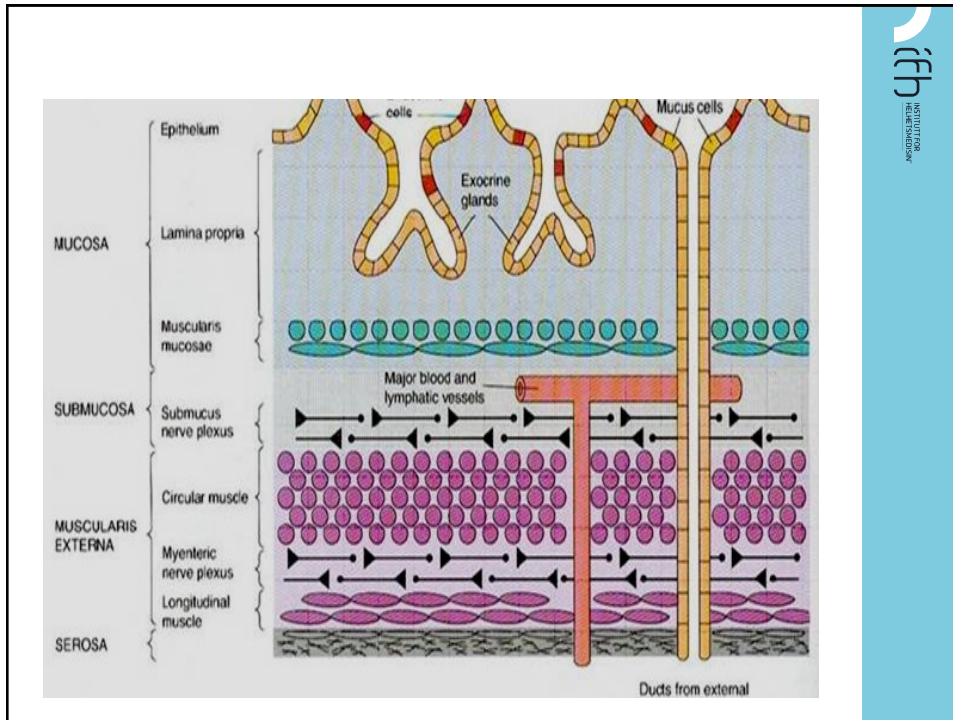


31

Epitellaget i mukosa

- Epitelcellene i indre laget av kanalveggen deltar i:
 - Absorpsjonsprosesser*
 - Produksjon av fordøyelsessekreter*
 - Produksjon av ulike hormoner som deltar i reguleringen av fordøyelsesprosessene.*
- Epitellaget beskytter mot opptak av bakterier og giftstoffer, men er likevel mer gjennomtrengelig enn huden.
- En viktig del ved epitelcellenes beskyttelsesfunksjon er at de har *svært kort levetid*. Gamle epitelceller erstattes oftest av nye før bakteriene har rukket å gjøre store skader.

32

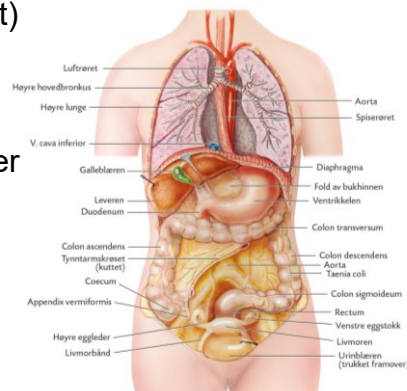


33

Bukhulen og bukhinnen

Bukhulen, *abdominalhulen*, er området mellom *diaphragma* (mellomgulvet) og bekkenet

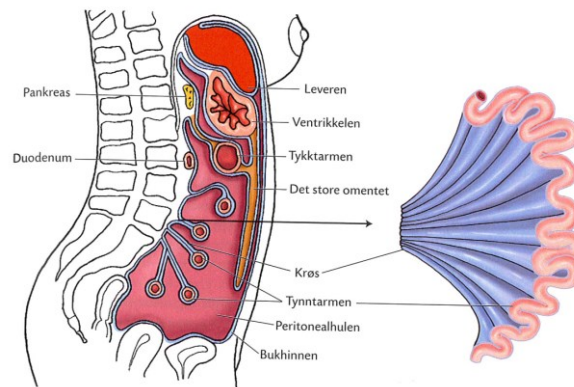
Bukhinnen/peritoneum: kler bukhulens innside og overflaten av de fleste bukorganene



34

Oppbygging av fordøyelsessystemet

Der bukhinnen omgir tarmen fullstendig, danner hinnen tolaget fold på den ene siden. Denne folden kalles krøs. Mellom krøsets to lag går blodårer, lymfeårer og nerver.

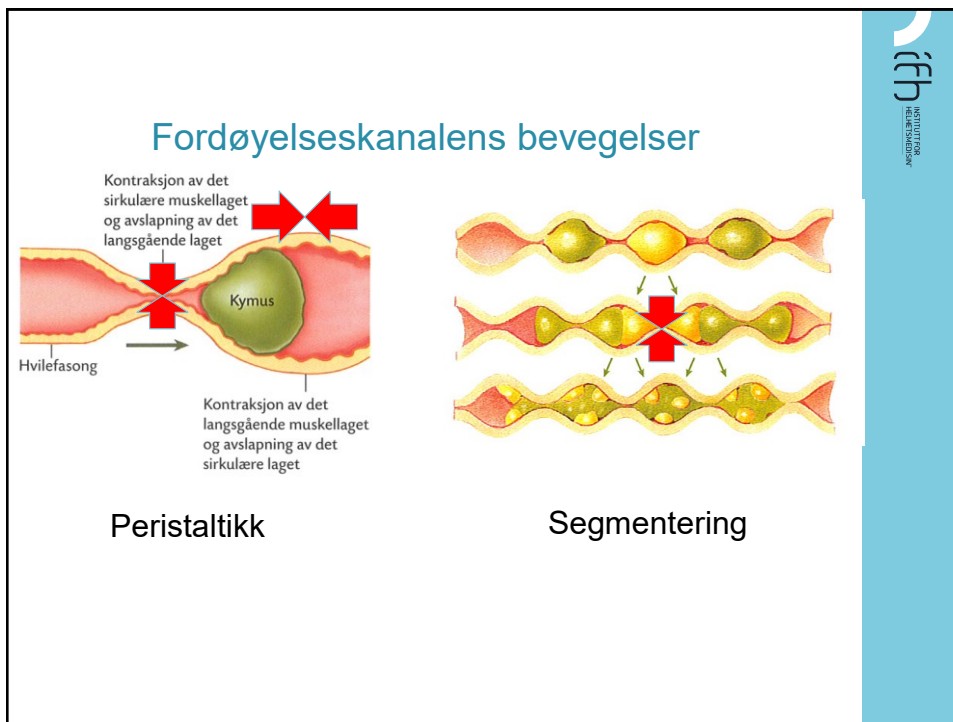


35

Repetisjonsoppgaver

- Hva mener vi med essensielle næringsstoffer? Gi et eksempel fra hver stofftype
- Hva er de fire ulike fasene av fordøyelse?
- Fordøyelseskanalen har stor overflate, hvordan har det sammenheng med strukturen på vevet?

36



37

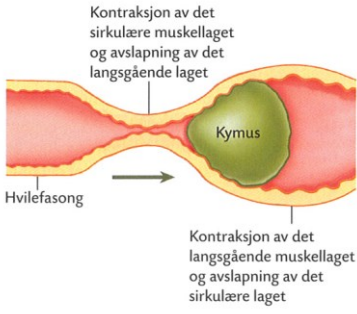
Regulering av prosessene i fordøyelseskanalen

- Fellestrekk for reguleringsmekanismene: virker som negative tilbakekoplingsmekanismer (regulerbar faktor endres = utløser mekanismer som bringer faktor i motsatt retning av opprinnelig endring)
- Fordøyelsesprosessene samordnes gjennom **nervestyrt regulering** og **hormonstyrt regulering**

iffh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN


38

Fordøyelseskanalens bevegelser



- transportere innhold nedover i fordøyelseskanalen
- i magesekken: peristaltiske kontraksjoner = innholdet blandet og transportert til tynntarm.

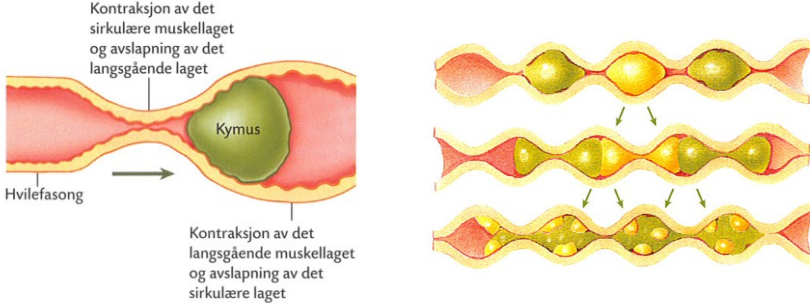
Peristaltikk



INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN


39

Fordøyelseskanalens bevegelser



Peristaltikk

Segmentering

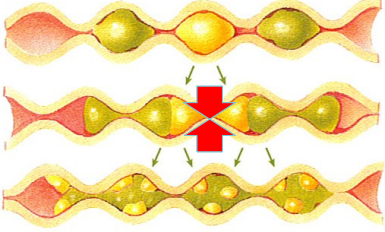


INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

40

Fordøyelseskanalens bevegelser

- Dominerende i tynn- og tykktarm
- Flytter innholdet fram og tilbake = eltes og blandes med fordøyelsvæsker.
- Nytt innhold til epitelcellene = absorpsjon.



Segmentering

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

41

Nervestyrt regulering

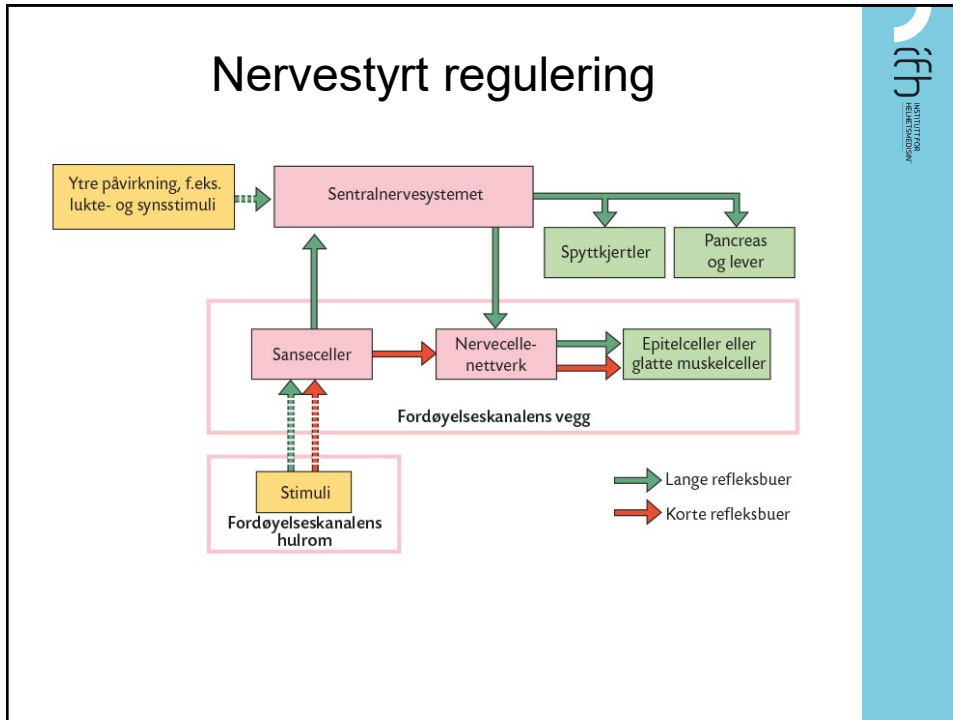
- Fordøyelseskanalen har et eget nervesystem, det enteriske nervesystemet
- Ulike sanseceller reagerer på endring (i konsentrasjon av næringsstoffer, spaltningsprodukter, pH og strekk).
- Stimuli av sansecellene = utløser reflekser til målceller.
- To typer nervestyrt reflekser bidrar til reguleringen av aktiviteten i fordøyelseskanalen:

Korte reflekser der nervecellene i sin helhet ligger i veggen av fordøyelseskanalen

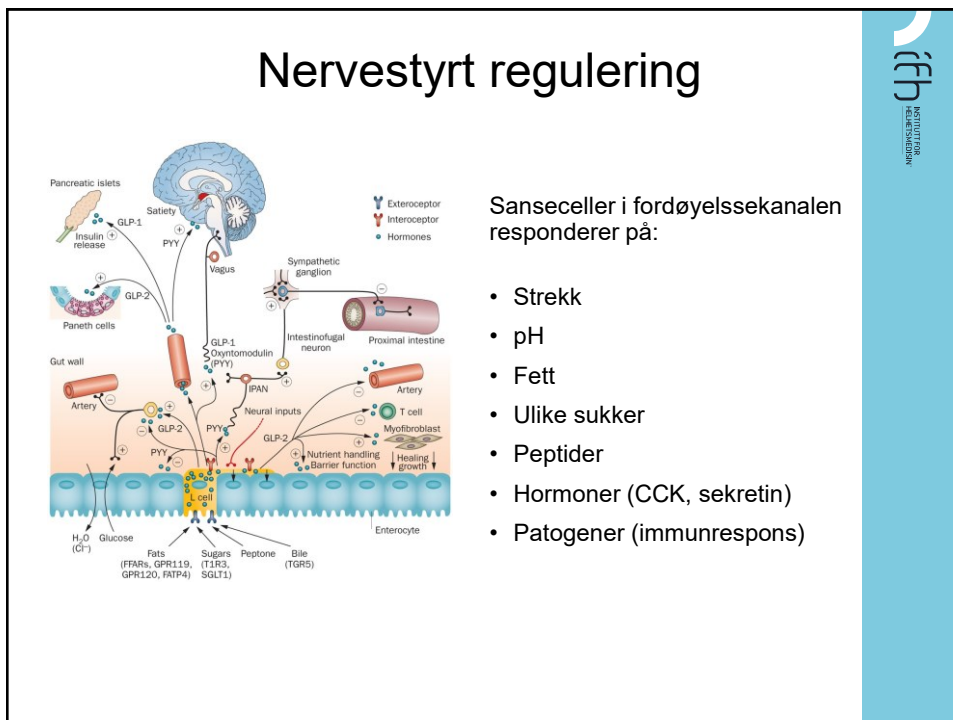
Lange reflekser som går gjennom sentralnervesystemet

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

42



43



44

Sanseceller i tarmen skiller mellom sukker og søtningsmiddel

nature
Article | [Published: 15 April 2020](#)
The gut–brain axis mediates sugar preference

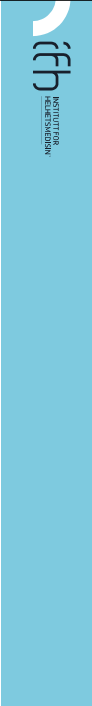
nature neuroscience
Article | [Open Access](#) | [Published: 13 January 2022](#)
The preference for sugar over sweetener depends on a gut sensor cell



45

Korte reflekser

- Refleksbuer som inngår lokal regulering.
- Nervecellene ligger i kanalveggen
- Består av:
 - sanseceller (påvirkes av forandringer i innhold og graden av strekk);
 - motoriske nerveceller (leder informasjon); og
 - målceller (glatte muskelceller, epitelceller som produserer fordøyelsesvæsker eller hormoner)
- Gir fordøyelseskanalen stor grad av egenkontroll (blande og transportbevegelser og produksjon av fordøyelsesvæsker)



46

Lange reflekser

- Inngår motoriske nervefibrer (tilhører det autonome nervesystemet) - via disse sentralnervesystemet påvirker
- Stimuli fra syn, lukt og smak
- Det sympatiske og parasympatiske nervesystemet påvirker aktiviteten gjennom å endre aktiviteten i det enteriske nervesystemet
- Parasympatiske nervefibrene størst betydning.

47

Lange reflekser

- Økt aktivitet i det parasympatiske nervesystemet stimulerer epitelcellenes sekresjon og muskelcellenes kontraksjon.
- De sympatiske nervefibrene bremser sekresjonen og kontraksjonen, unntatt ringmuskelens kontraksjon.
- Funksjonen: samordne aktiviteten mellom de ulike delene av fordøyelseskanalen (tygging = sekresjon av magesaft, bukspytt og galle).

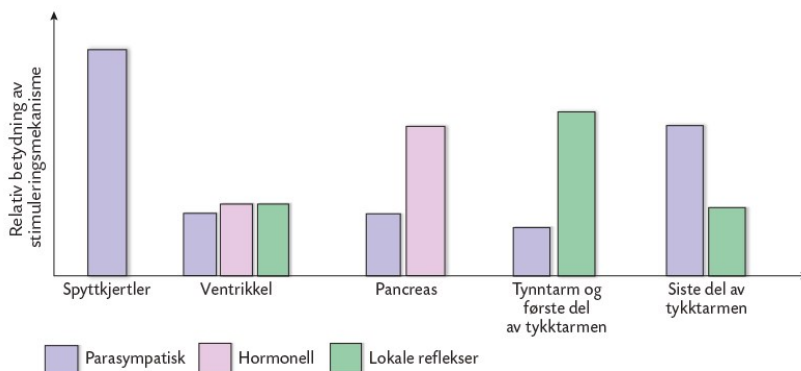
48

Hormonstyrt regulering

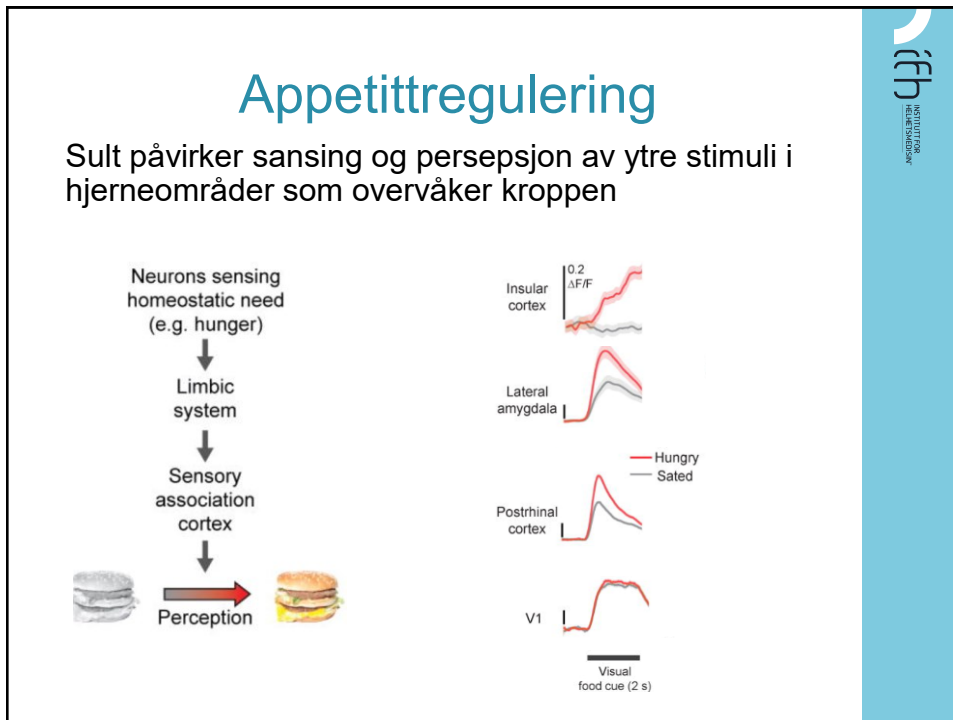
- Peptidhormonene **gastrin**, **cholecystokinin (CCK)** og **sekretin** er viktige i reguleringen av fordøyelseskana­lens aktiviteter.
- Hormonene produseres av endokrine celler som ligger blant de andre epitelcellene.
- Hormonene går til målceller gjennom blodet.
- De hormonelle mekanismene er av spesiell betydning for reguleringen av bukspyttsekresjonen og tømningen av galle over i tarmen.

49

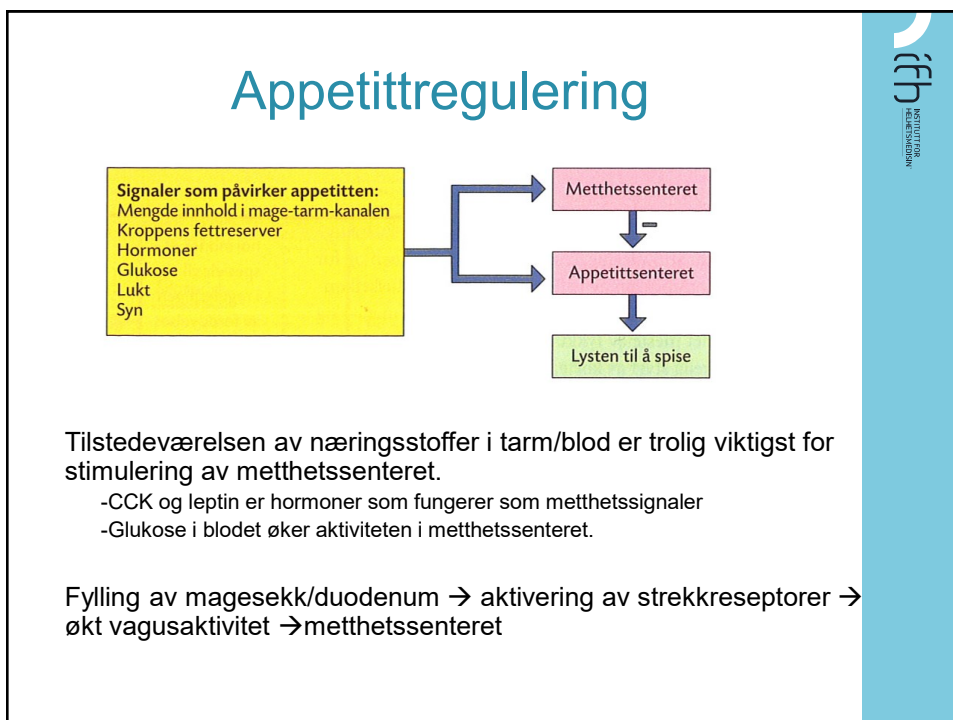
Den relative betydningen av lokale reflekser, parasymptisk aktivitet og hormonell regulering



50

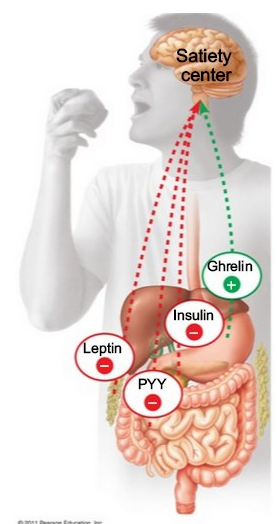


51



52

Regulering av sult

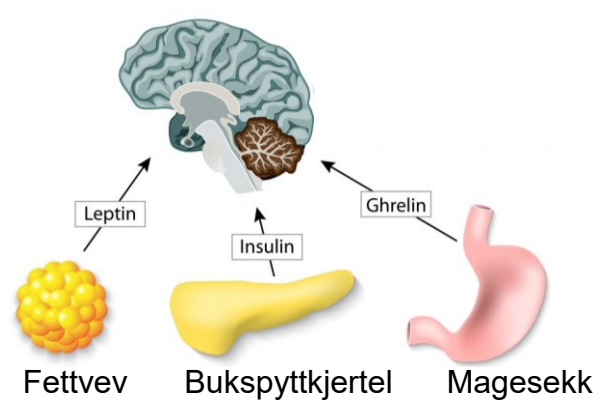


- Ghrelin fra magesekkevegg => sultfølelse
- Økt blodsukker etter måltid-insulin=> mett
- Leptin produseres i fettvev=> mett
- Peptide YY (PYY) fra tynntarm inhiberer sultfølelse

© 2011 Pearson Education, Inc.

53

Regulering av sult

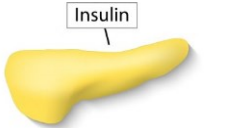


Leptin Ghrelin
Fettvev Bukspyttkjertel Magesekk

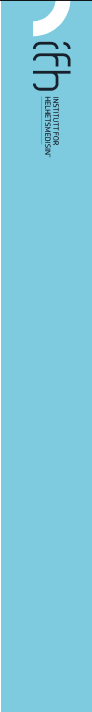
54

Regulering av sult

- Insulin skilles ut fra α -celler i bukspyttkjertelen i respons til mat i tolvfingertarmen og økt blodkonsentrasjon av glukose
- Økt blodsukker etter måltid-insulin=> mett
- Insulinsignalering øker opptak av sukker i muskel, lever og fettvev



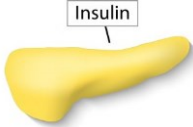
Bukspyttkjertel



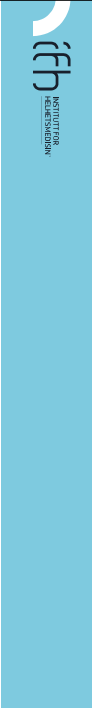
55

Regulering av sult

- Insulin øker syntese av fett+ syntese av glykogen i lever og muskel
- Bremser nedbrytning av fett, protein, glykogen
- Til sammen regulerer dette blodsukker (glukosenivå i blodet)
- Lavkarbo-diett tar utgangspunkt i å holde insulinnivåer lave for å hindre lagring av fett



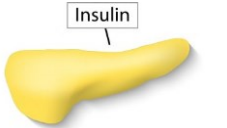
Bukspyttkjertel



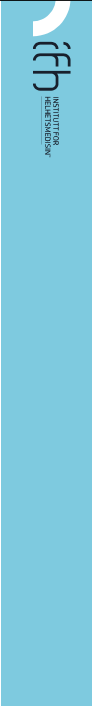
56

Regulering av sult

- Diabetes type 1:
 - Autoimmun sykdom
 - Insulinproduserende celler i bukspyttkjertelen angripes =>lav eller ingen produksjon av insulin
- Diabetes type 2:
 - 90% av diabetestilfeller i Vesten
 - Skyldes lav produksjon av insulin og/eller insulinresistens i lever, muskel og fettvev



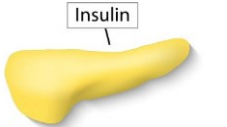
Bukspyttkjertel



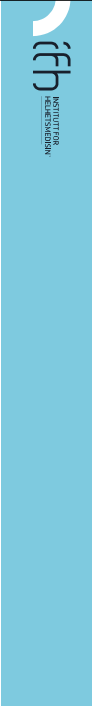
57

Regulering av sult

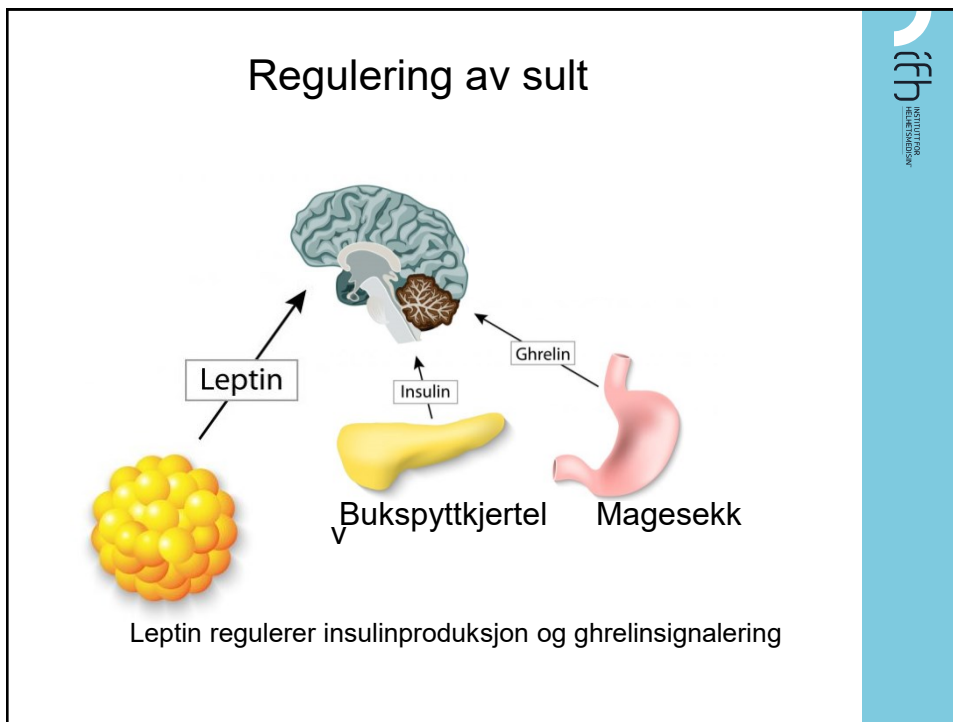
- Glukagon skilles ut fra β -celler i bukspyttkjertelen i respons til tom tolvfingertarm og lavt blodsukker
- Glukagon har motsatt effekt av insulin, dvs økt forbrenning av fett og sukker, og hindrer syntese av glykogen
- Adrenalin har samme effekt som glukagon (frigi energirike stoffer til å brukes i muskel)



Bukspyttkjertel



58



59

Mekanismer for regulering av sult

- Dersom musen mangler et gen som hemmer er med på leptin-produksjon
- Stimulering av nerveceller i spisesenteret medfører spising uten sult.

60

Appetittregulering - leptin



Rollen til leptin og dets reseptor ble oppdaget i 1994, og har siden hatt stor påvirkning på pasienter med genetisk risiko for fedme



Uten tilstrekkelige mengder leptin eller riktig type reseptor vil man oppleve konstant sult

Spesielt utsatt for små barn som tidlig blir svært overvektige

From left to the right: patients C, B and A (blurred faces), before (a) and 18 months after

"Congenital leptin deficiency: diagnosis and effects of leptin replacement therapy." Paz-Filho et al., 2010

Appetittregulering

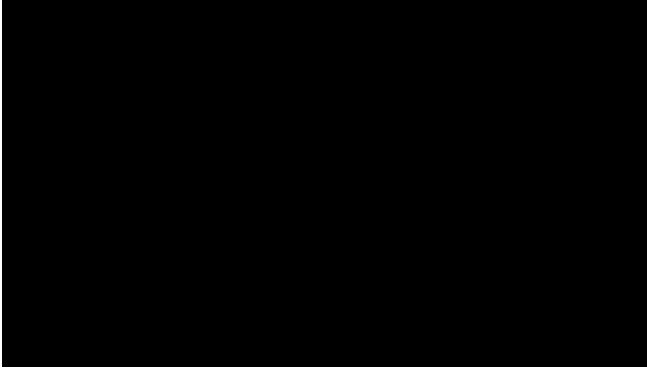
Med moderne metoder vet man ikke bare hvor reguleringen skjer men et utvalg av de spesifikke cellene i hypothalamus som styrer ulike deler av matinntak (matlyst, metthet, aktiv spising osv.)



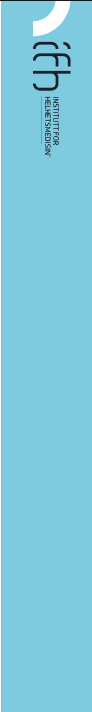
Inhibitoriske nerveceller fra amygdala til lateral hypothalamus blir inaktivert av lyset

Appetittregulering

Med moderne metoder vet man ikke bare hvor reguleringen skjer men et utvalg av de spesifikke cellene i hypothalamus som styrer ulike deler av matinntak (matlyst, metthet, aktiv spising osv.)



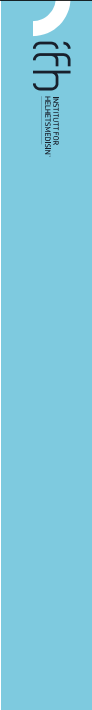
Inaktivering av AgRP-produserende nevroner forhindrer matinntak i en sulten mus



63

Oppsummering

- Fordøyelsessystemet er helt avgjørende for at vi kan absorbere næringsstoffer
- Fordøyelsen har 4 hoveddeler (funksjonelt):
Mekanisk, sekresjon, spalting og absorpsjon
- Peristaltiske bevegelser skjer gjennom hele kanalen og gjør at vi kan flytte mat gradvis gjennom
- Oppbygningen av fordøyelseskanalen gjør at vi har maksimal overflate for å få mest mulig utbytte av næringsinnholdet
- Fordøyelsen har et eget nervesystem (enterisk) som regulerer dens funksjon og effektivitet



64

Repetisjonsoppgaver

- Hva brukes blandebevegelser (segmentering) og peristaltikk til?
- Hva heter de 3 hovedmolekylene som styrer sult?
- Forklar hvordan insulin styrer mengden glukose i blodet
- Forklar hva som skjer i kroppen når vi er sultne og ser eller lukter fristende mat
- Forklar hva som skjer i kroppen når vi er sultne og ikke har noe mat
- Hva er en kort og en lang refleksbue? Gi et eksempel (magesekk)

65

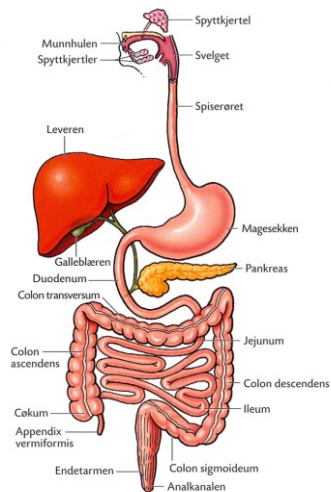
Oppbygning av fordøyelsessystemet

Fordøyelseskanalen:

- Munnhule
- Svelg
- Spiserør (øsofagus)
- Magesekk (ventrikel)
- Tynntarm
- Tykktarm
- Endetarm

Andre organer:

- Spyttkjertlene
- Bukspyttkjertelen (pankreas)
- Leveren
- Galleblæren



66

Munnhulen

- Hva skjer?
 - Mekanisk bearbeiding*
 - Blandes med spytt for lett transport (svelging) og noe fordøyelse*
 - Svelgerefleks*
- Munnhulen og tungen er dekket av et *flerlaget epitel*
 - sanserceller som er følsomme for smerte, berøring, temperaturvariasjoner og smaksstoffer*

67

Spyttsekresjon

- Det er tre store, dobbeltsidige spyttkjertler i munnhulen:
 - glandula parotis,*
 - glandula sublingualis,*
 - glandula submandibularis*
- I tillegg finnes det mange, små spyttkjertler spredt rundt i munnhulen.
- Til sammen produserer spyttkjertlene mellom 1-2 liter spytt i døgnet.
 - 99% vann,*
 - ioner og organiske forbindelser - mucin, amylase, lysozym, antistoffer og bikarbonat*


68

Spyttproduksjonen kan starte før maten kommer

Before Conditioning

During Conditioning

After Conditioning


INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN


69

Spyttsekresjon

- Sekresjonen av spytt stimuleres *både* av parasympatiske- og sympatiske nerver

Økt aktivitet i de sympatiske fibrene til kjertlene fører til liten sekresjon og et tykflytende sekret

Økt aktivitet i de parasympatiske fibrene til stor økning i sekresjonen og et tyntflytende sekret.


INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

70

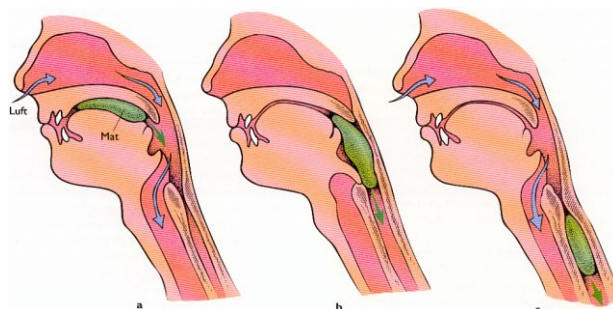
Svelgingsprosessen

- Innledningen er viljestyrt

Trykkfølsomme sanseceller i svelget sender signaler til svelgsenteret i den forlengete marg.

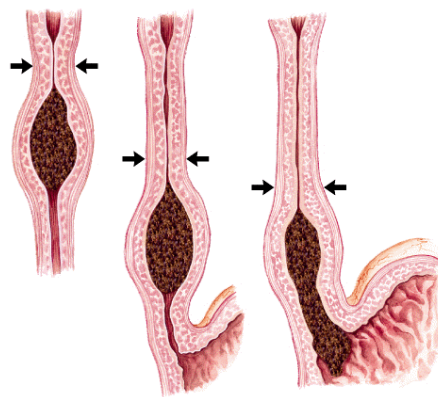
Svelgsenteret koordinerer muskelbevegelsene.

- Ved svelging stenger strupelokket (epiglottis) inngangen i luftrøret og respirasjonen opphører en kort stund



71

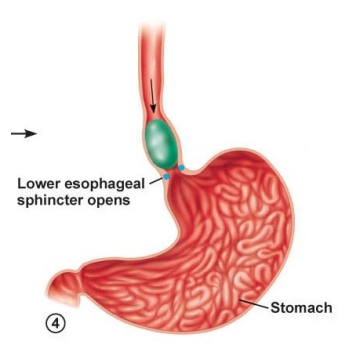
Transport av mat gjennom spiserøret - peristaltikk



Maten går bare en vei

72

Transport av mat inn i magesekken



Lower esophageal sphincter opens

Stomach

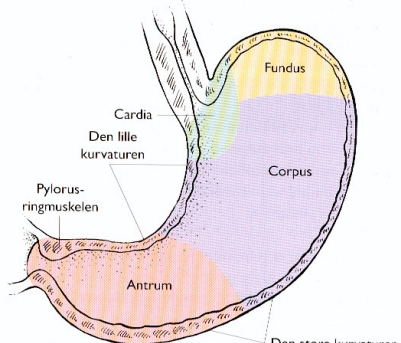
④

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

73

Magesekken - Anatomi

- Under venstre del av diafragma
- kort side: den lille kurvatur
- den lange side: den store kurvatur
- rommer ca. 50 ml uten mat.
- magesekken kan strekkes



Cardia

Den lille kurvaturen

Pylorus-ringmuskelen

Fundus

Corpus

Antrum

Den store kurvaturen

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

74

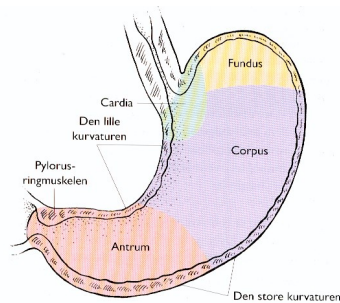
Fordøyelse i magesekken

- Løser opp mat ved følgende mekanismer:

Sekresjon av saltsyre (HCl)

Sekresjon av hydrolytiske enzymer

Mekanisk bearbeiding



Ventrikkelen omformer kompakte store matklumper til en halvflytende blanding ved at maten blandes magesaften. Blandingen kalles *kymus*. I hovedsak nedbrytning av proteiner

75

Muskelkontraksjonene i ventrikkelen

- En tom ventrikkel rommer kun 50 ml. Ved svelging skjer det en reflektorisk avslapning av ventrikkelmuskulaturen og den kan ta i mot mat uten at trykket øker. Ventrikkelen kan inneholde opp til 1.5 l uten at trykket øker.
- Hovedfunksjonen til ventrikkelens muskulatur er å:
 - Gjøre ventrikkelen i stand til å ta imot store og lagre store mengder mat uten at trykket inne i ventrikkelen øker mye*
 - Dele store matklumper opp og blande med magesaft. Den enzymatiske spaltningen av maten kan begynne tidlig og blir lettere*
 - Tømme innholdet i ventrikkelen over i tynntarmen med kontrollert hastighet*

76

Sekresjon av magesaft

- Når mat ankommer vil cellene i magesekken danne *mucin* (slim), saltsyre og pepsinogen
- Saltsyren i magen holder pH på ca 2 – nok til å *denaturere* proteiner

77

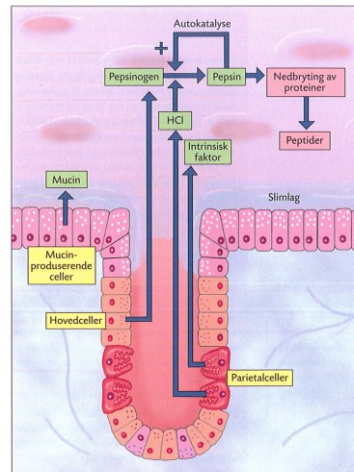
Sekresjon av magesaft

- Når mat ankommer vil cellene i magesekken danne *mucin* (slim), saltsyre og pepsinogen
- Saltsyren i magen holder pH på ca 2 – nok til å *denaturere* proteiner

78

Sekretjon av magesaft

- Når mat ankommer vil cellene i magesekken danne *mucin* (slim), saltsyre og pepsinogen
- Saltsyren i magen holder pH på ca 2 – nok til å *denaturere* proteiner
- Pepsinogen spaltes til pepsin, som er den aktive formen av enzymet. Pepsin kløyver peptidbindinger for å bryte ned proteiner
- En voksen person produserer omtrent 2 liter magesaft hver dag



79

Hvorfor ødelegges ikke magesekken?



- Komponentene til magesaft holdes separat før de er ute i magesekken
- Beskyttende lag med *mucus*
- Pepsin holdes i den inaktive formen pepinogen frem til det er ute i magesekken
- Nye epitelceller dannes **hele** tiden

80



Bakterieforsvar og magesår




- Miljøet i magesekken dreper de fleste bakterier
- Man trodde derfor at magesår skyldtes stress
- *Helocibacter pylori* kan overleve ved to mekanismer:
 - Borer seg inn i slimlaget for å unngå magesaften*
 - Produserer urea som nøytraliserer pH*

81



Bakterieforsvar og magesår




- Barry Marshall og Robin Warren fikk Nobelprisen i 2005 for å vise at magesår skyldes en infeksjon av *H. pylori*
- For å fjerne all tvil drakk Marshall bakteriekultur og utviklet deretter magesår han kunne kurere ved antibiotika



R. Warren



B. Marshall

82

Raw food kosthold

“Advocates argue that raw or living foods have **natural enzymes**, which are critical in building proteins and rebuilding the body, and that **heating these foods destroys the natural enzymes** and can leave toxins behind.”

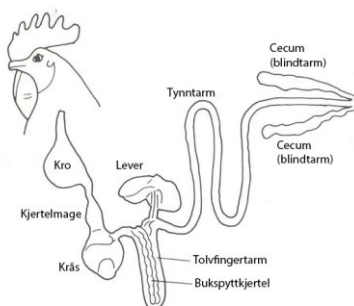


Hvis alle proteiner blir denaturert og delvis kløvet i magesekken, har det noe å si om de er varmebehandlet først?

83

Alternative nedbrytninger

- Dyr som ikke tygger maten har ekstra trinn i fordøyelsen



- Mange fuglearter fyller sitt *krås* med sand og småstein for å knuse maten

84

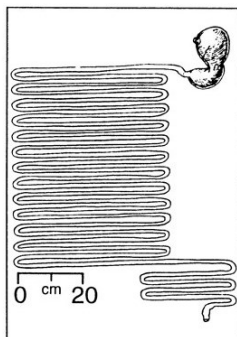
Alternative nedbrytninger

- Dyr som ikke tygger maten har ekstra trinn i fordøyelsen
- Krokodiller og alligator kan avstenge blodet fra å nå lungene
- Dette gjør at blodet til magesekken blir ekstremt surt og de kan bryte ned enorme byttedyr



85

Mage og tarmpilpasninger



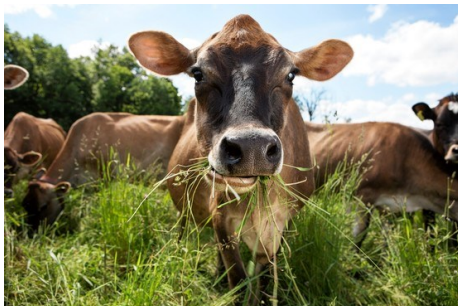
- Pandaen er en carnivor som spiser planter – ekstremt lang tarm for maksimal nedbrytning og næringsopptak
- Lite næring i bambus – spiser 12-38 kg/dag

86

Herbivore

- Kosthold med lite protein og fett.
- Dyr mangler enzymer for å bryte ned cellulose.

...men de lever godt på gress..?



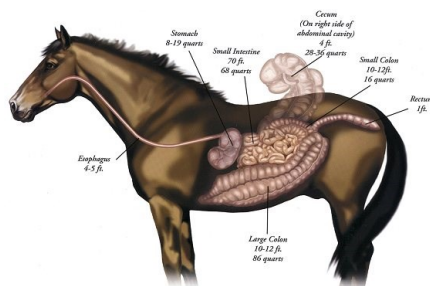
Mikroorganismer som bryter ned cellulose

- bryter ned cellulose til sukker og andre stoffer dyret tar opp.
- bruker noe av energien til å produsere essensielle næringsstoffer for dyret.

87

Herbivore uten vom

- Hest
- Store blindtarm (50 l) med cellulosenedbrytende bakterier
- taper mye energi siden opptak skjer etter tynntarmen



88

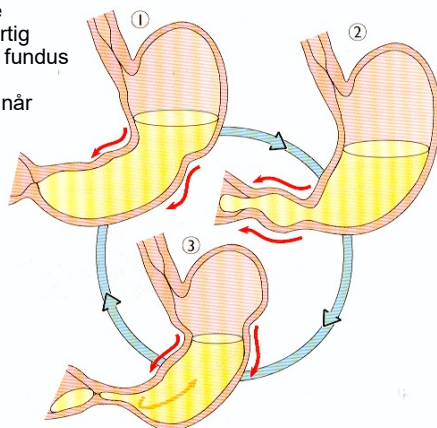
Repetisjonsoppgaver

- Spytt inneholder to hovedenzym, hva heter disse og hva gjør de?
- Hva skjer med strupelokket under svelging, og hvorfor?
- Hva slags muskelkontraksjon bidrar til å føre maten fra svelg til magesekken?
- Hvilke to stoffer i magesekken fordøyer mat?
- Hvordan forhindrer vi at disse bryter ned cellene som produserer dem?
- Hva skjer med karbohydrater og fett i magesekken?

89

Tømming av magesekken til duodeum (tolvfangertarmen)

Peristaltisk bølge forplanter seg hurtig. Kontraksjonene i fundus er svake. De blir kraftigere når de når antrum.



Antrumveggen er kontrahert og setter innholdet under trykk. En liten mengde kymus presses i gjennom pylorusåpningen.

Pylorusmuskelen trekker seg deretter sammen, og fordi antrumveggen fortsatt er kontrahert, presses innholdet tilbake opp i corpus. *Dette gir en svært god blanding av innholdet.*

90

Regulering av tømningen av magesekken

- Kontraksjonsstyrken bestemmes først og fremst av *volumet* i magesekken og *sammensetningen* av innholdet.
- Men og av forholdene i duodenum.

```

    graph TD
      A[Utvidelse av ventrikkelen] --> B[↑ Aktivitet i strekkfølsomme sanseceller]
      C[Peptider i ventrikkelen] --> D[↑ Gastrinfrigjøring]
      B --> E[↑ Kontraksjon av glatte muskelceller]
      D --> E
      E --> F[Raskere ventrikeltømming]
    
```

91

Regulering av tømningen av magesekken - forholdene i duodenum

- Forholdene i duodenum (tolvfingerarmen) har størst påvirkning på tømningen av magesekken.

Signaler fra duodenum virker hemmende på peristaltiske kontraksjoner og fører til økt spenning av pylorusmuskelen.

```

    graph TD
      A[Høy konsentrasjon av peptider] --> B[↑ Aktivitet i sanseceller i duodenum]
      C[Høyt trykk] --> D[↑ Frigjøring av hormoner fra duodenalepitelet]
      E[Høy osmolaritet] --> D
      F[Lav pH] --> D
      G[Høyt fettinnhold] --> D
      B --> H[Påvirkning av sentralnervesystemet]
      H --> I[↑ Aktivitet i sympatiske nervefibrer til ventrikkelen]
      H --> J[↓ Aktivitet i parasympatiske nervefibrer til ventrikkelen]
      D --> K[Langsommere ventrikeltømming]
      I --> K
      J --> K
    
```

92

Tolvfingertarmen - duodenum

The diagram illustrates the duodenum, the first part of the small intestine. It shows the liver producing bile, which is stored in the gallbladder and then released into the duodenum. The stomach empties into the duodenum, where acid chyme is present. The pancreas also releases pancreatic juice into the duodenum. Intestinal juice is shown being secreted from the duodenum's wall. The duodenum is labeled as the 'Duodenum of small intestine'.

Kymus fra mage blandes med fordøyelsessaft fra bukspyttkjertel, lever, galleblære og tarmvegg

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

ifh
INSTITUTT FOR
HELSEMEDISIN

93

Tolvfingertarmen - duodenum

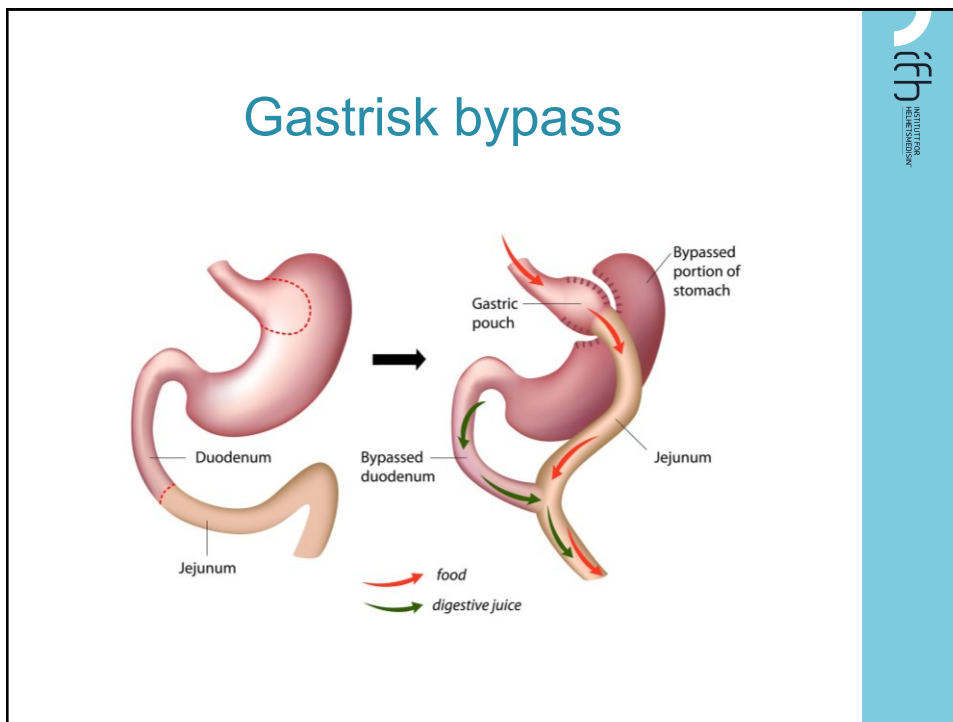
The diagram illustrates the duodenum, the first part of the small intestine. It shows the liver producing bile, which is stored in the gallbladder and then released into the duodenum. The stomach empties into the duodenum, where acid chyme is present. The pancreas also releases pancreatic juice into the duodenum. Intestinal juice is shown being secreted from the duodenum's wall. The duodenum is labeled as the 'Duodenum of small intestine'.

I duodenum tilsettes de viktigste stoffene for nedbrytning – hvilke pasienter har dette betydning for?

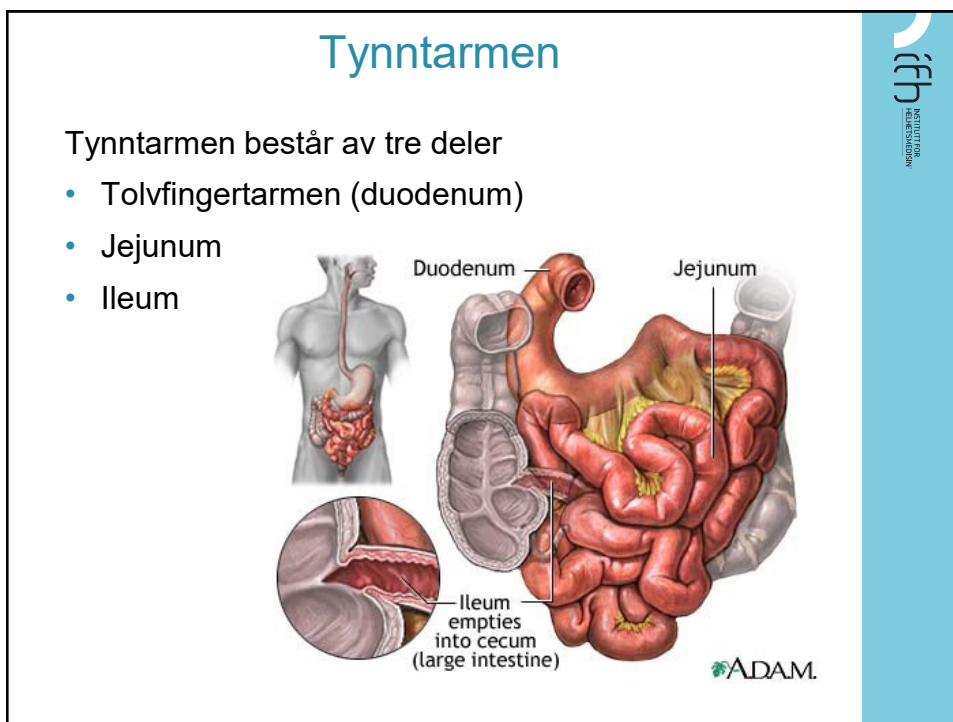
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

ifh
INSTITUTT FOR
HELSEMEDISIN

94



95



96

Tynntarmen

Tynntarmens hovedfunksjoner:

- Spalting av næringsstoffer
(mestepart av spalting skjer her)
- Absorpsjon av næringsstoffer
(nesten all absorpsjon skjer i tynntarm)

Mesteparten av kjemiske spaltingen og nesten all absorpsjon av næringsstoffene finner sted i tynntarmen. De glatte muskelcellene i tynntarmens vegg skal blande innholdet og transportere maten nedover kanalen med kontrollert hastighet.

Tynntarmen er en foldet vegg med tarmtotter og mikroviller. Disse sørger for økt overflate som er svært gunstig for absorpsjon. Det skilles ut ca 1.5 liter sekret daglig, dette sekretet består av vann, ioner og slim.

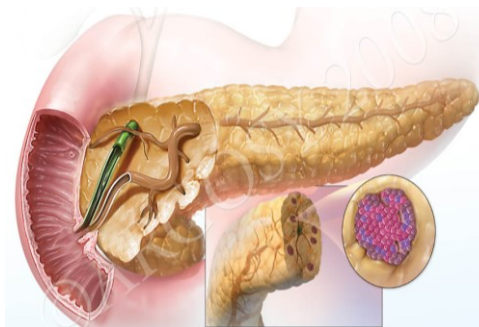
97

Pancreas (bukspyttkjertelen)

- Produserer flere hormoner:

Insulin (β -celler)
Glukagon (α -celler).

- Produserer en enzymrik og basisk fordøyelsesvæske som nøytraliserer det sure mageinnholdet

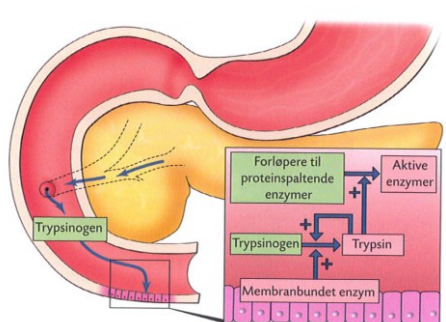



- Endret pH gir optimale forhold for fordøyelsesenzymene

98

Pancreas

- Pankreas produserer flere forskjellige fordøyelsesenzymmer
 - Lipaser* – Spalter fett til fettsyrer og monoglyserider
 - Amylase* – Spalter stivelse til maltose
 - Proteasene* – Spalter proteiner til peptider og aminosyrer
 - Nukleaser* – Spalter nukleinsyrer til nukleotider
- **Proteasene** skilles ut fra kjertelcellene i inaktiv form (proenzym)
 - Trypsinogen omdannes til trypsin*
 - Trypsin aktiverer de andre proteinspaltende enzymene fra pankreas!*





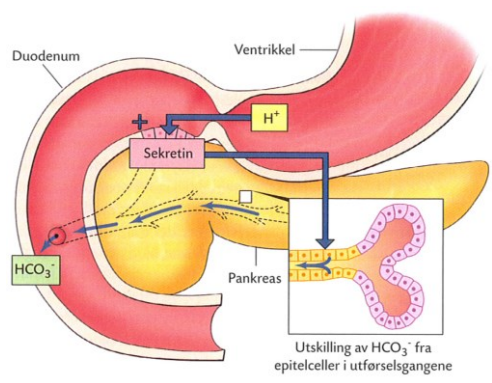
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

99

Regulering av bukspytsekresjon - Sekretin


- Stimuleres av senket pH i duodenum når surt mageinnhold ankommer.
- Sekretin stimulerer pancreas til sekresjon av HCO_3^-

pH normalt ~7.0



Utskilling av HCO_3^- fra epitelceller i utførselsgangene

Negativ tilbakekobling, slik at kun litt mageinnhold slippes inn av gangen



INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

100

Regulering av bukspyttsekresjon - Cylestokinin (CCK)

- Stimuleres av fettsyrer og peptider i duodenum.
- Stimulerer bukspyttkjertelen til å skille ut enzymer.
- Sekresjonen fortsetter så lenge mageinnhold tømmes fra ventrikkelen.

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

101

PH dietten

PH-DIETTEN

Gir mer energi, bedre konsentrasjon og utholdenhet

Denne dietten har du mest sannsynlig aldri hørt om.

NØYTRALISERER DEG. Grønnsaker, uansett slag, gjør deg mer bevisst. Det vil si at trykknibdel demper, noe som kan være godt for helsen din. ILLUSTRASJONSFOTO: Colourbox

Veien til Helse

Sunnere vaner | Naturlige helsepreparater | Nygjerrig på | Skjønnhet | Opp

8 menyforslag til pH-dietten som forbedrer helsen din

Mye stress i hverdagen setter kroppen ut av balanse. For å holde kroppen klok er det best å starte hver dag med et glass rommetemperatur vann raskt etter oppvåkningen.

17 likes

Hvorfor bør du følge en pH-diett? Du har sikkert hørt om helbudsforholdene med en slik type diett tidligere, og de er helt sanne. Forskning har vist at kroppen bør ha en litt basisk pH-nivå for å holde seg balansert, og en balansert kropp er en sunn kropp.

pH i magesekken er ca 2, og ved hjelp av sanseceller vil alt bufres til ca pH 7 av bukspyttsekretet

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

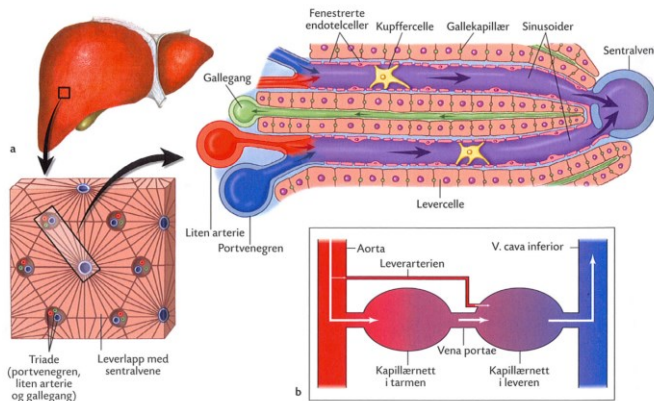
102

Repetisjonsoppgaver

- Beskriv hva som skjer når pH-sensitive reseptorer i duodenum aktiveres
- Beskriv hva som skjer når strekksensitive reseptorer i duodenum aktiveres
- Hvilke stoffer brytes ned av bukspyttkjertelsekret?
- Hvordan forhindrer vi at bukspyttkjertelsekretet bryter ned cellene som produserer dem?

103

Leveren




Leveren er det største bløtorganet i kroppen – den veier ca 1,5 kg hos en voksen person.

104

Leveren

Leveren har flere forskjellige og viktige oppgaver

- I fordøyelsen er leveren viktig for å:
 - Produsere galle*
 - Behandle næringsstoffene etter at de er absorbert*
 - Hindre store svingninger i glukosekonsentrasjonen i blodet*
- Leverens roller ikke direkte tilknyttet fordøyelse:
 - Inaktivere stoffer - hormoner, giftstoffer, legemidler*
 - Omformere fettløselige stoffer til vannløselige, slik de kan skilles ut med urin og galle*
 - Skille ut kroppsegne og kroppsfremmede stoffer gjennom gallen*
 - Skille ut gallefargestoffer*
 - Produsere kolesterol som skilles ut i blod eller ut av kroppen med gallen*
 - Produsere de fleste plasmaproteinene og mange koagulasjonsfaktorer*




105

Nedsatt leverfunksjon

Gulsott – opphopning av gallepigmenter (bilirubin) i hud:

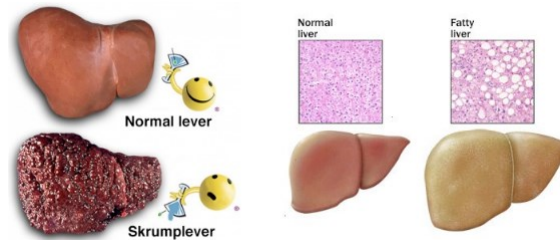
- Svikt i fettabsorpsjon
- Blødningstendenser
- Økt effekt av hormoner
- Lenger virkning av medikamenter
- Halvparten av alle nyfødte får gulsott innen første levedager fordi leveren for første gang må håndtere døde røde blodceller
- Langvarig leversvikt er dødelig
- Heldigvis kan store deler av leveren fjernes (75%) kirurgisk og gjendannes



106

Nedsatt leverfunksjon

Stort forbruk av alkohol over lang tid kan gi alvorlig leverskade

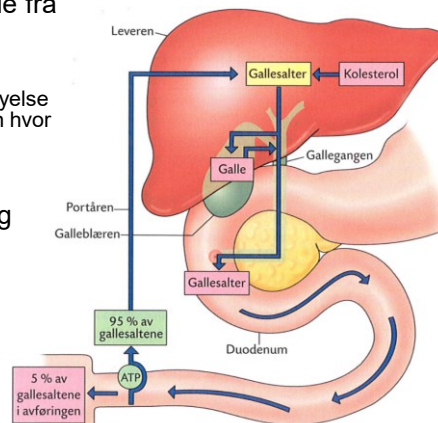


- Langvarig leversvikt er dødelig
- Heldigvis kan store deler av leveren fjernes (75%) kirurgisk og gjendannes, men ved skrumplever er mulighetene begrenset (50% dødelighet innen 6 år fra diagnose)

107

Produksjon av galle

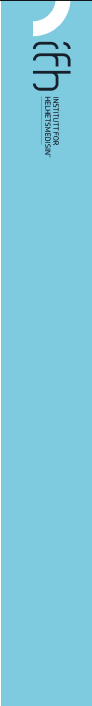
- Levercellene produserer galle fra kolesterol (0.5L per døgn)
 - Dersom det ikke foregår fordøyelse ledes gallen over i galleblæren hvor den lagres og konsentreres
- Hjelper til ved nedbrytning og oppsuging av fett.
- Tømming av galleblæren reguleres av CCK



108

Galle

- Gallsalter har en oppgave å utføre i hele tynntarmen før de suges opp ved aktive prosesser helt mot slutten av tarmen.
- Gallsaltmolekylene returneres til leveren med *portåren* til leveren, der de på nytt skilles ut med gallen.
- Absorpsjon er ikke 100% effektiv, så små mengder skilles ut med avføringen. Tapet utgjør ca. 5% av den mengden som leveren skiller ut.



109

Produksjon av galle


- Leverceller lagrer kolesterol (kolesterol)
- Dersom kolesterolnivået i gallelederene er høyt, kan gallestein lagres i galleblæren
- Hjelper til med fettoppsugning i tynntarmen
- Tømming av galleblæren reguleres av hormoner




Kosthold påvirker galleproduksjon bl a fordi det avhenger av mengden kolesterol – høyt inntak av fett vil gi økt risiko for gallestein i galleblæren




110



Oppkast

- Ulike ting kan trigge oppkast – svimmelhet, matforgiftning osv
- Medulla oblongata aktiveres av vagusberven, vestibulærsystemet eller stoffer i blodmløpet
- Som første trinn vil parasympaticus øke spyttproduksjonen for å beskytte tenner mot magesyren



111



Oppkast

- Kraftig inspirasjon (pust) for å unngå oppkast i lungene
- Revers peristaltase tømmer innholdet fra øverste del av tynntarm over i magesekken
- Koordinerte kontraksjoner i magesekken



112

Oppsummering

- I svelget er maten mekanisk fordøyd av tygging og tilsatt de første stoffene som starter nedbrytningen
- I svelget lukkes luftveiene til nese og luftrøret ved hhv drøvel og epiglottis
- Peristaltikk fører maten ned til magesekken (ventrikkelen)
- I magesekken utskilles magesafter med enzymer (i hovedsak pepsinogen->pepsin) og saltsyre, som starter nedbrytningen av proteiner
- Innholdet overføres så til duodenum (tolvfangertarmen)

113

Oppsummering forts.

- I tolvfangertarmen tilføres væske fra bukspyttkjertelen
- Pankreasvæsken nøytraliserer magesyren og inneholder mange ulike enzymer som bl a spalter fett, sukker, protein og aminosyrer
- Enzymene er inaktive til de spaltes av trypsin
- Leveren produserer galle
- Galle dannes fra kolesterol og er avgjørende for å bryte ned og absorbere fett
- Leveren behandler næringsstoffene etter at de er absorbert

114

Repetisjonsoppgaver

- Hvordan bidrar leveren til fordøyelsen?
- Hva lager vi galle fra?
- Hvilke stoffer bruker vi galle til å fordøye?

115

Del 1 og 2 oppsummert

Fordøyelse:

«de mekaniske, kjemiske og biologiske prosesser som maten må gjennomgå før næringsstoffene kan tas opp, slik at man kan nyttiggjøre seg dem»

Næringsstoffer

«grunnstoffer og kjemiske forbindelser som tilføres kroppen for å gi energi eller være byggeelement i vekst og vedlikehold av kroppens funksjoner»

116

Essensielle næringsstoffer

Molekyler som dyret trenger, men ikke klarer å lage selv



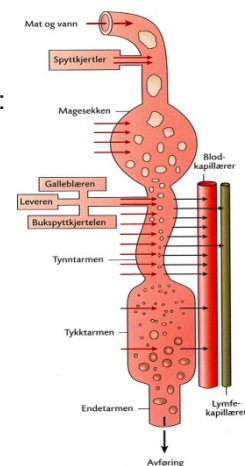
- Vitaminer
- Mineraler
- Aminosyrer
- Fettsyrer

117

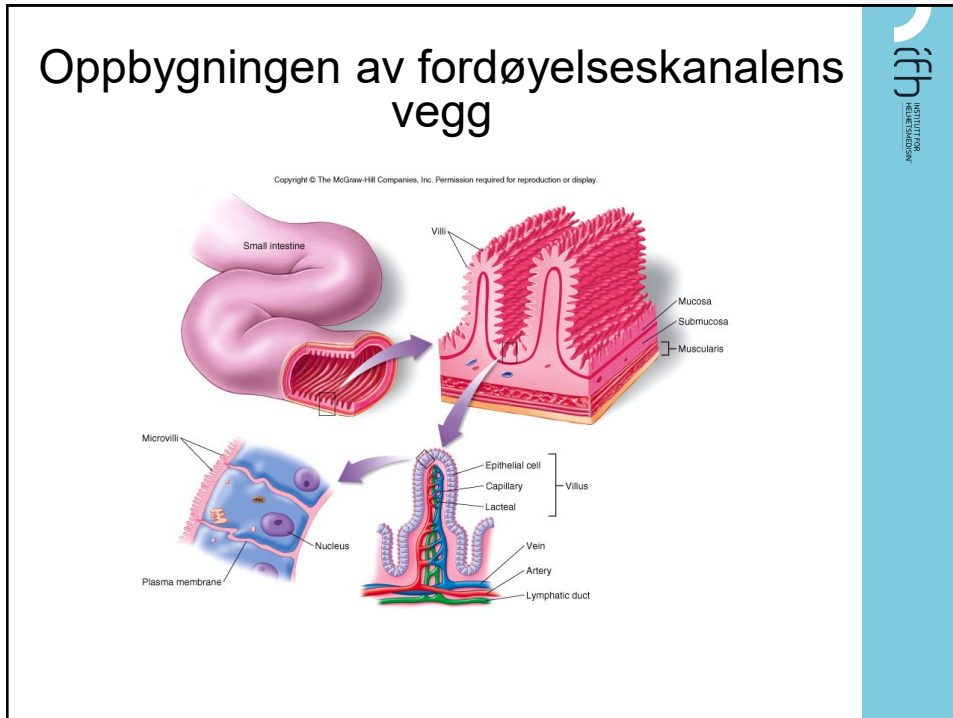
Fordøyelse

Fordøyelsesprosessen kan deles inn i fire deler:

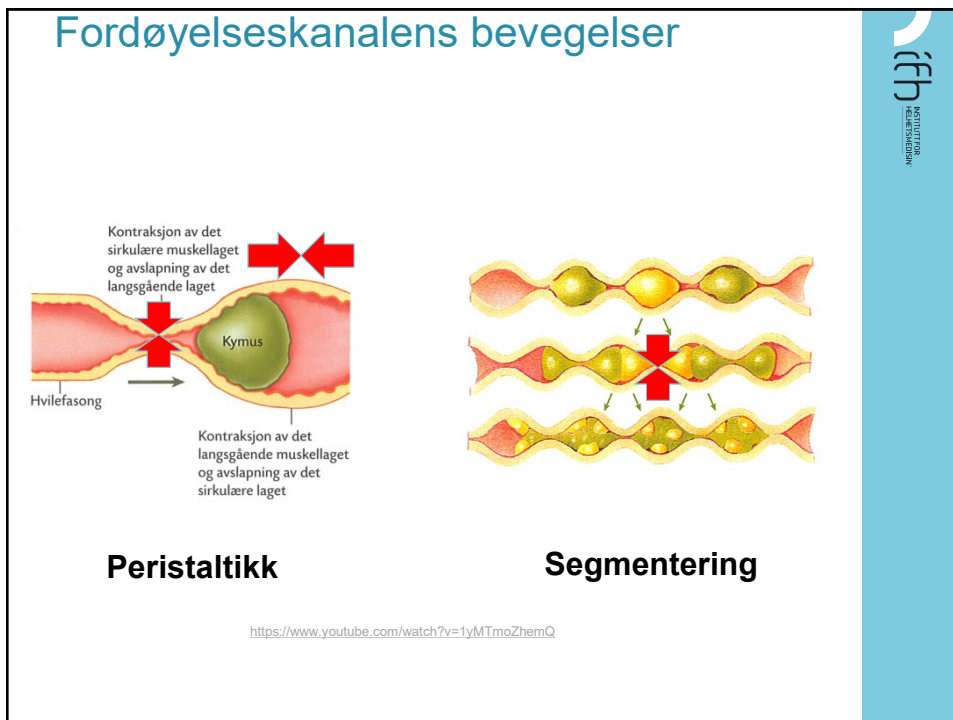
1. Mekaniske funksjoner
2. Sekresjon av enzymholdige fordøyelsessekreter
3. Enzymatisk spalting av næringsstoffene
4. Absorpsjon fra fordøyelseskanalen



118



119



120

Regulering av prosessene i fordøyelseskanalen

- Fellestrekk for reguleringsmekanismene: virker som negative tilbakekoplingsmekanismer (regulerbar faktor endres = utløser mekanismer som bringer faktor i motsatt retning av opprinnelig endring)
- Fordøyelsesprosessene samordnes gjennom **nervestyrte regulering via det enteriske nervesystem** og **hormonstyrte regulering**

121

Hormonstyrte regulering

- Peptidhormonene **gastrin, cholecystokinin (CCK) og sekretin** er viktige i reguleringen av fordøyelseskanalens aktiviteter.
- Hormonene produseres av endokrine celler som ligger blant de andre epitelcellene.
- Hormonene går til målceller gjennom blodet.
- De hormonelle mekanismene er av spesiell betydning for reguleringen av bukspyttsekresjonen og tømningen av galle over i tarmen.

122

Oppbygning av fordøyelsessystemet

- Fordøyelseskanalen:
 - Munnhule
 - Svelg
 - Spiserør (øsofagus)
 - Magesekk (ventrikkel)
 - Tynntarm
 - Tykktarm
 - Endetarm

- Andre organer:
 - Spyttkjertlene
 - Bukspyttkjertelen (pankreas)
 - Leveren
 - Galleblæren

123

Spyttsekresjon

- Det er tre store, dobbeltsidige spyttkjertler i munnhulen

- Til sammen produserer spyttkjertlene mellom 1-2 liter spytt i døgnet.
 - 99% vann,
 - ioner og organiske forbindelser - mucin, amylase, lysozym, antistoffer og bikarbonat

124

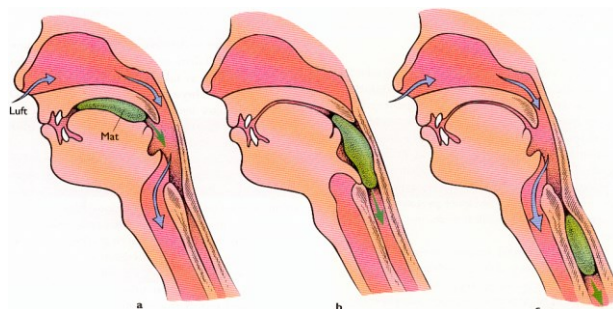
Svelgingsprosessen

- Innledningen er viljestyrt

Trykkfølsomme sanseceller i svelget sender signaler til svelgsenteret i den forlengete marg.

Svelgsenteret koordinerer muskelbevegelsene.

- Ved svelging stenger strupelokket (epiglottis) inngangen i luftrøret og respirasjonen opphører en kort stund



125

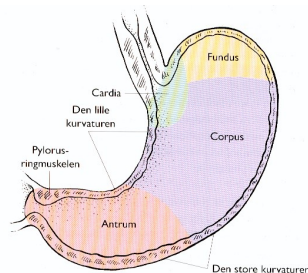
Fordøyelse i magesekken

- Løser opp mat ved følgende mekanismer:

Sekresjon av saltsyre (HCl)

Sekresjon av hydrolytiske enzymer

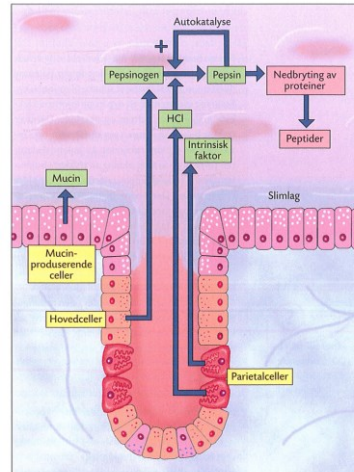
Mekanisk bearbeiding



126

Sekretjon av magesaft

- Når mat ankommer vil cellene i magesekken danne *mucin* (slim), saltsyre og pepsinogen
- Saltsyren i magen holder pH på ca 2 – nok til å *denaturere* proteiner
- Pepsinogen spaltes til pepsin, som er den aktive formen av enzymet. Pepsin kløyver peptidbindinger for å bryte ned proteiner
- En voksen person produserer omtrent 2 liter magesaft hver dag



127

Hvorfor ødelegges ikke magesekken?



- Komponentene til magesaft holdes separat før de er ute i magesekken
- Beskyttende lag med *mucus*
- Pepsin holdes i den inaktive formen pepinogen frem til det er ute i magesekken
- Nye epitelceller dannes **hele** tiden

128

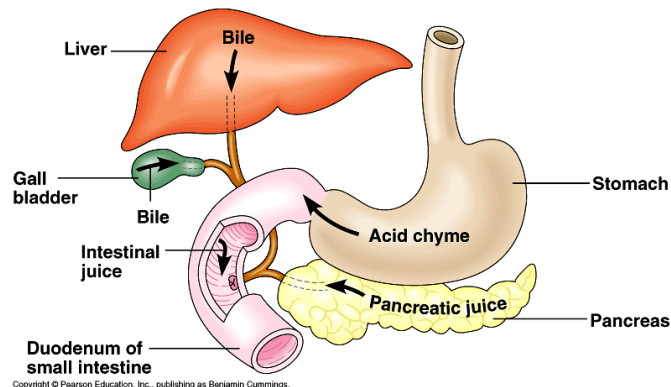
Regulering av tømningen av magesekken - forholdene i duodenum

- Forholdene i duodenum (tolvfingerarmen) har størst påvirkning på tømningen av magesekken.



129

Tolvfingerarmen - duodenum

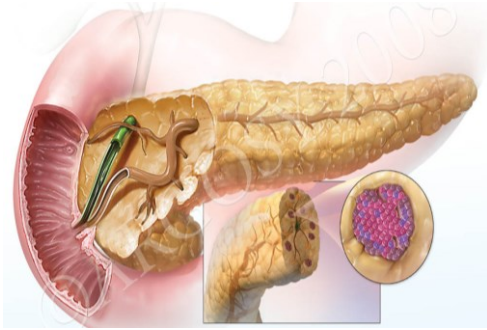



Kymus fra mage blandes med fordøyelsessaft fra bukspyttkjertel, lever, galleblære og tarmvegg

130

Pancreas (bukspyttkjertelen)

- Produserer flere hormoner:
 - Insulin* (β -celler)
 - Glukagon* (α -celler).
- Produserer en enzymrik og basisk fordøyelsvæske som nøytraliserer det sure mageinnholdet
- Endret pH gir optimale forhold for fordøyelsesenzymene





INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

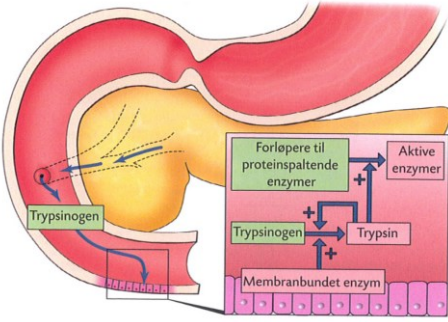
131


Pancreas (bukspyttkjertelen)

- Pankreas produserer flere forskjellige fordøyelsesenzymer

| | |
|-------------------|--|
| <i>Lipaser</i> | – Spalter fett til fettsyrer og monoglyserider |
| <i>Amylase</i> | – Spalter stivelse til maltose |
| <i>Proteasene</i> | – Spalter proteiner til peptider og aminosyrer |
| <i>Nukleaser</i> | – Spalter nukleinsyrer til nukleotider |
- **Proteasene** skilles ut fra kjertelcellene i inaktiv form (proenzym)

Trypsinogen omdannes til trypsin
Trypsin aktiverer de andre proteinspaltende enzymene fra pankreas!





INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

132

Regulering av bukspyttsekresjon - Sekretin

- Stimuleres av senket pH i duodenum når surt mageinnhold ankommer.
- Sekretin stimulerer pancreas til sekresjon av HCO_3^-
pH normalt ~7.0

Negativ tilbakekobling, slik at kun litt mageinnhold slippes inn av gangen

133

Regulering av bukspyttsekresjon - Cylestokinin (CCK)

- Stimuleres av fettsyrer og peptider i duodenum.
- Stimulerer bukspyttkjertelen til å skille ut enzymer.
- Sekresjonen fortsetter så lenge mageinnhold tømmes fra ventrikkelen.

134

Leveren

Leveren er det største bløtorganet i kroppen – den veier ca 1,5 kg hos en voksen person.

135

Produksjon av galle

- Levercellene produserer galle fra kolesterol (0.5L per døgn)
 - Dersom det ikke foregår fordøyelse ledes gallen over i galleblæren hvor den lagres og konsentreres
- Hjelper til ved nedbrytning og oppsuging av fett.
- Tømming av galleblæren reguleres av CCK

136

Galle

- Gallsalter har en oppgave å utføre i hele tynntarmen før de suges opp ved aktive prosesser helt mot slutten av tarmen.
- Gallsaltmolekylene returneres til leveren med *portåren* til leveren, der de på nytt skilles ut med gallen.
- Absorpsjon er ikke 100% effektiv, så små mengder skilles ut med avføringen. Tapet utgjør ca. 5% av den mengden som leveren skiller ut.

137

Absorpsjon av næringsstoffer

138

Oppbygning av fordøyelsessystemet

- Fordøyelseskanalen:
 - Munnhule
 - Svelg
 - Spiserør (øsofagus)
 - Magesekk (ventrikkel)
 - Tynntarm
 - Tykktarm
 - Endetarm

- Andre organer:
 - Spyttkjertlene
 - Bukspyttkjertelen (pankreas)
 - Leveren
 - Galleblæren

139

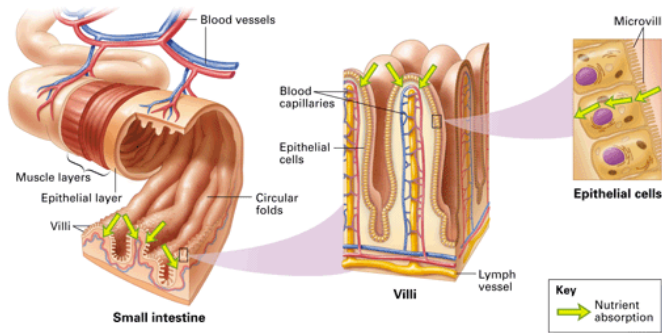
Det meste av absorpsjonen skjer i tynntarmen

- Består av tre deler:

- Næringsstoffene må tas opp over tarmveggen
- Tynntarmen er foldet og lang – til sammen 280 cm

140

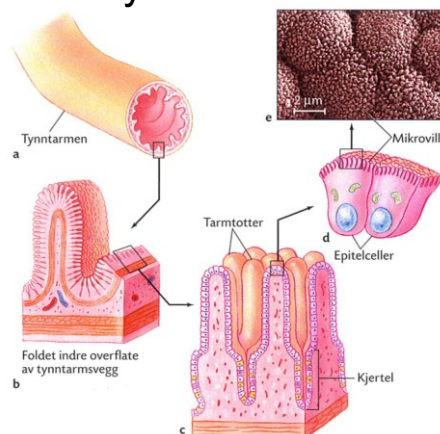
Det meste av absorpsjonen skjer i tynntarmen



- Enorm overflate; 200 m²: folder, tarmtotter (villi) og microvilli (epitelceller; 'brush border').

141

Det meste av absorpsjonen skjer i tynntarmen



- Enorm overflate; 200 m²: folder, tarmtotter (villi) og microvilli (epitelceller; 'brush border').

142

Veneportåren frakter næringsstoffer fra tarm til lever

Næringsstoffer (utenom fett) som tas opp i tarmen går over i blodet og fraktes til leveren med veneportåren=> sammensetningen på blodet til kroppen kan endres

143

Absorpsjon i tynntarmen

- 100% av næringsstoffene absorberes fra tynntarmen. De fleste substansene absorberes uavhengig av organismens behov.
Unntak: kalsium og jern
- Mesteparten av de organiske næringsstoffene er sugd opp når kymus har kommet halvveis i tynntarmen
B₁₂, gallsalter absorberes i ileum

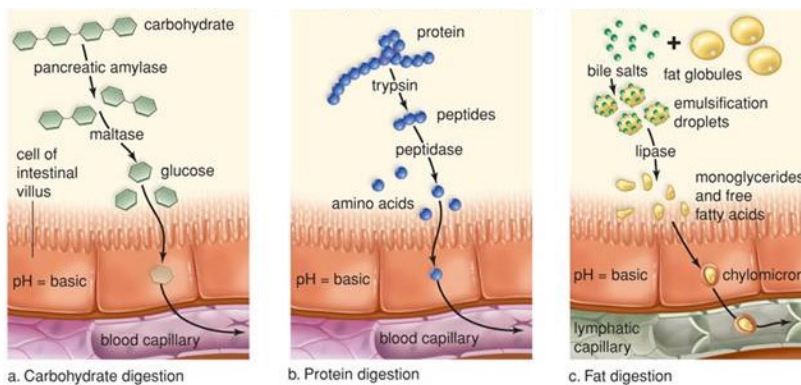
144

Fordøyelsen i tynntarmen

- Normalt tar det 3-5 timer for kymus å passere tynntarmen. Den langsomme forflytningen
Gir tilstrekkelig tid til kjemisk fordøyelse
Gir tid til fullstendig absorpsjon
- Hovedfunksjonen til de ytre, autonome nervene er å samordne kontraksjonene i de ulike delene av av tarmen.
- Når det kommer mat inn i ventrikkelen, utløses segmenteringsbevegelser på nytt og peristaltikken opphører.

145

Absorpsjon i tynntarmen

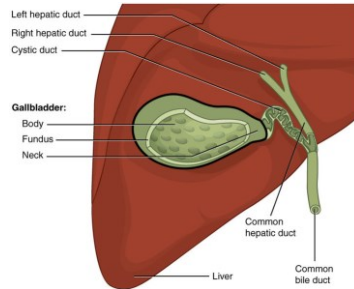


- Næringsstoffene må tas opp over tarmveggen.
- Tas opp ved aktiv eller passiv transport:
diffusjon, bæreproteiner, endo- eller eksocytose

146

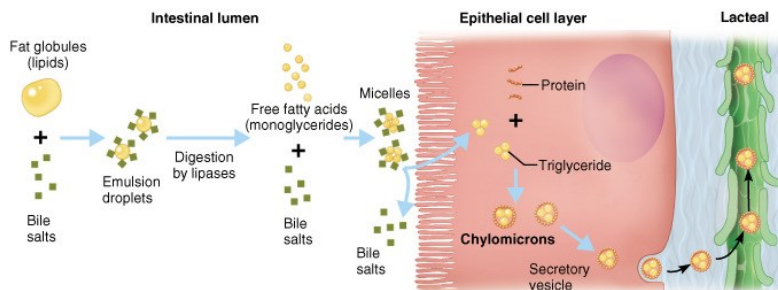
Absorpsjon av fett i tynntarmen

Fettstoffer løser seg dårlig i vann, og vil danne kuleformede strukturer som er vanskelig å angripe med enzymer. Gallesyrer fungerer som såpe stoffer som gjør lipidene tilgjengelige for lipaser.



148

Absorpsjon av fett i tynntarmen

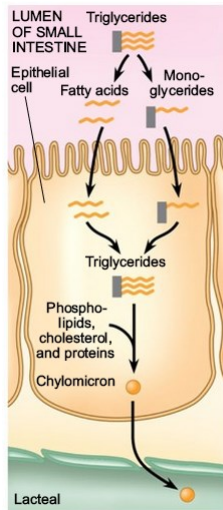


Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

- Gallesaltene emulgerer fett til små dråper
- Vannløselig lipase splitter triglycider til monoglycider og fettsyrer
- Gallesalter + frie fettsyrer => miceller

149

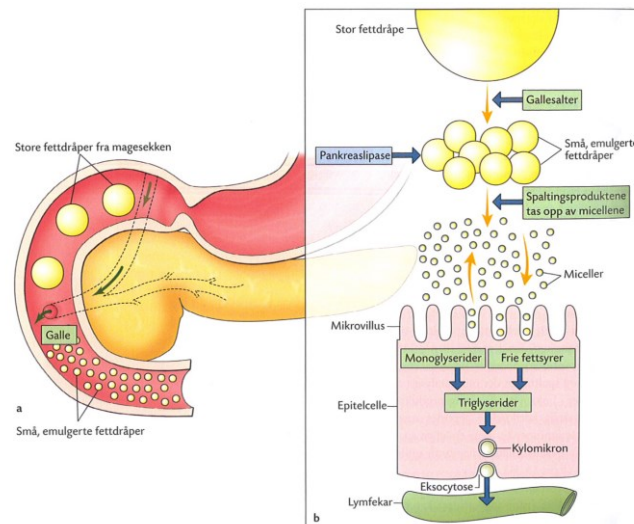
Absorpsjon av fett i tynntarmen



- Gallesaltene blir igjen i tynntarmen.
- Triglycerider resyntetiseres i epitelcellen.
- Inkorporeres i vannløslige chylomicroner i golgiapparatet
- Går over i lymfesystemet.

150

Absorpsjon av fett i tynntarmen



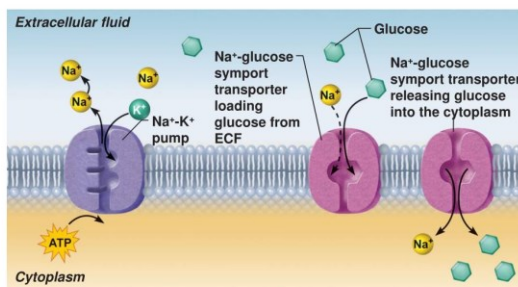
151

Absorpsjon av karbohydrater

- Opptil 40% av stivelsen spaltes i magesekken før amylasen inaktiveres av HCl.
Bukspyttet inneholder mye amylase og spaltningen av stivelsen foregår svært hurtig i tynntarmen.
- Den endelige spaltningen til monosakkarider er koblet sammen med *absorpsjon av spaltningsproduktene* – hovedproduktet er **glukose**, men det dannes også mindre mengder **galaktose** (fra laktose) og **fruktose** (fra sukrose).
- Transporten av monosakkarider er *aktiv transport* som er koblet til Na^+ absorpsjonen og fortsetter inntil all glukose og galaktose er absorbert.

152

Absorpsjon av karbohydrater



① The ATP-driven $\text{Na}^+\text{-K}^+$ pump stores energy by creating a steep concentration gradient for Na^+ entry into the cell.

② As Na^+ diffuses back across the membrane through a membrane cotransporter protein, it drives glucose against its concentration gradient into the cell. (ECF = extracellular fluid)

Copyright © 2010 Pearson Education, Inc.

Figure 3.11

Sekundær aktiv transport *mot* konsentrasjonsgradienten for glukose

Kotransport med Na^+

Gradient for Na^+ laget av Na^+/K^+ ATPasen i membranen

153

Absorpsjon av aminosyrer

- Sekundær aktiv transport *mot* konsentrasjonsgradienten
- Kotransport med Na^+
- Gradient for Na^+ laget av Na^+/K^+ ATPasen i membranen

154

Cøliaki

Professor Ludvig Sollid fant mekanismene for cøliaki

- Immunreaksjon som utløses av glutenprotein som finnes i hvete.
- Omtales som autoimmun sykdom fordi kroppen angriper sine egne celler.
- 1-2% av befolkningen har cøliaki.

155

Cøliaki

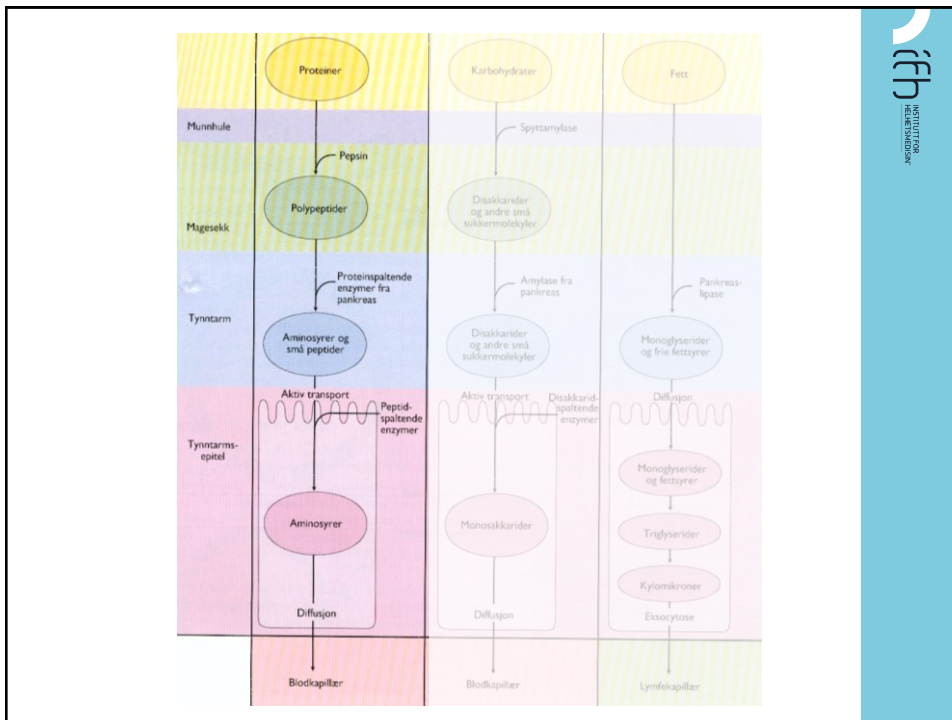
- Flate tarmtøtter gjør at næringsopptaket blir dårlig.
- Diarré, underernæring, anemi, beinskjørhet.
- 5-7% har ikke-cøliakisk glutensensitivitet; liknende kliniske symptomer, men ikke immunrespons eller skade på tarm.

156

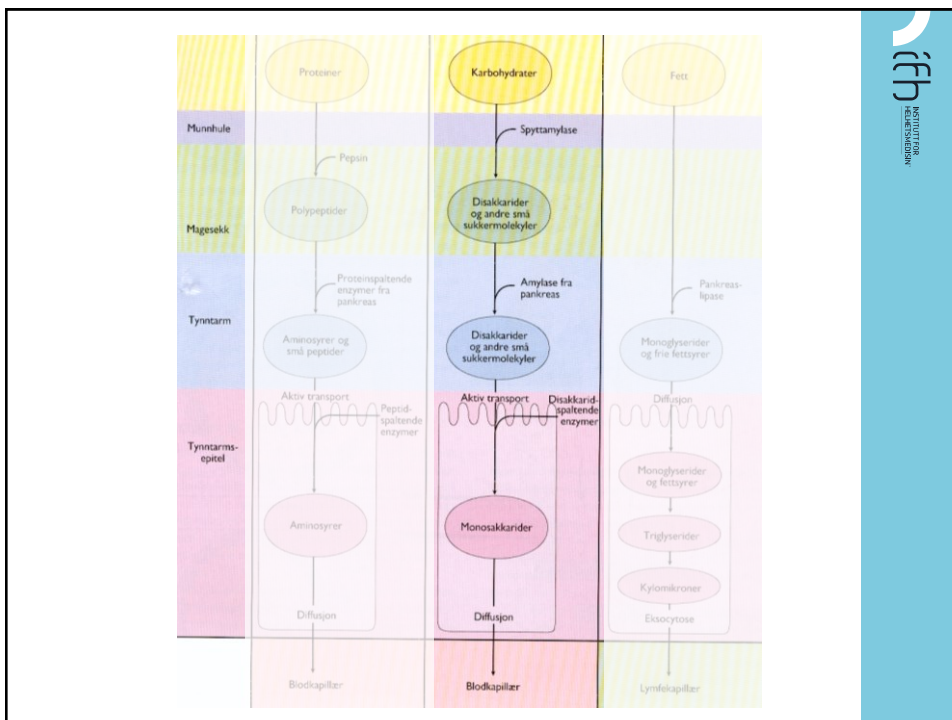
Absorpsjon av vann

- Omkring 9 liter vann tilføres tynntarmen hver dag
*2 l er drikkevann
 7 l skriver seg fra fordøyelseskanaens sekreter.*
- Tynntarmens epitel er svært gjennomtrengelig for vann, så når ulike substanser suges opp, følger derfor vann etter ved osmose.
- Ca. 95% av vannet tynntarmen får tilført absorberes der
Tilsammen absorberes 99% av vannet som tilføres fordøyelseskanaens

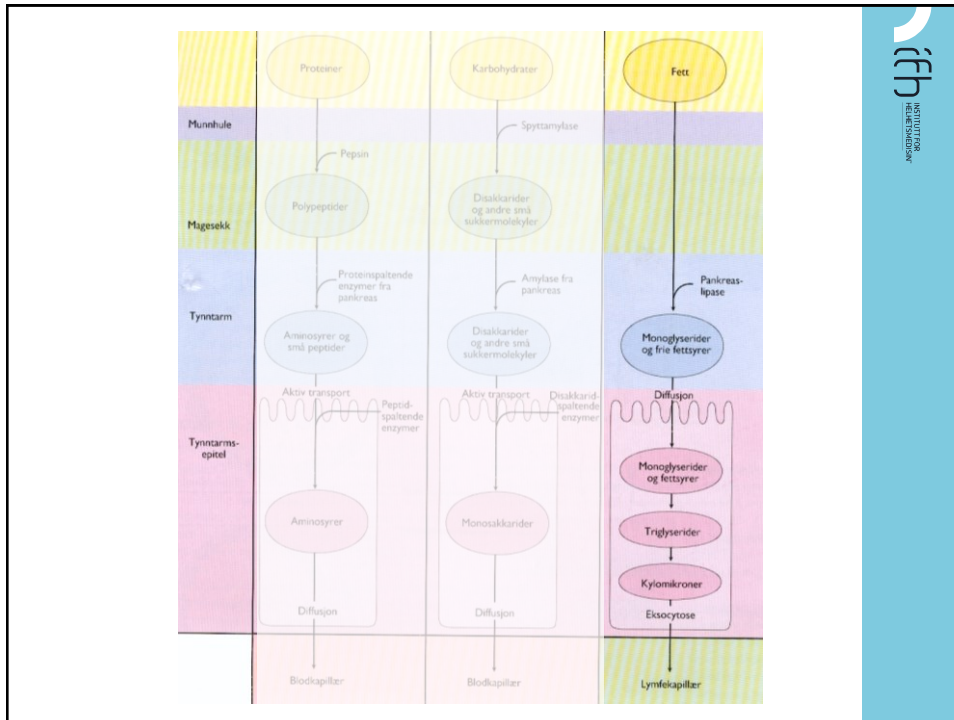
157



158



159



160

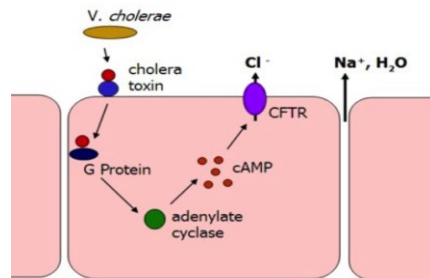
Absorpsjon av vann

- Omkring 9 liter vann tilføres tynntarmen hver dag
 - 2 l er drikkevann
 - 7 l skriver seg fra fordøyelseskanalens sekreter.
- Tynntarmens epitel er svært gjennomtrengelig for vann, så når ulike substanser suges opp, følger derfor vann etter ved osmose.
- Ca. 95% av vannet tynntarmen får tilført absorberes der
 - Tilsammen absorberes 99% av vannet som tilføres fordøyelseskanalens

The diagram shows the flow of water through the digestive system. It starts with 2 l of water from food and drink. 1.5 l is vomited. 2 l of gastric juice is added. 0.5 l of bile is added, and 1.5 l is vomited. 1.5 l of intestinal secretions are added. The small intestine (Tynntarmen) absorbs 8.5 l of water. The large intestine (Tykktarmen) absorbs 0.4 l. Finally, 0.1 l of water is excreted with feces.

161

Diaré – forstyrrelse i balanse mellom sekresjon/absorpsjon



Økt sekresjon eller hemmet absorpsjon.

Kolera bakterien produserer gift som øker sekresjon: 2L/t =>pasienten kan dø i løpet av timer.

Behandles med tilførsel av væske + ioner + glukose.

Tap av Cl⁻, Na⁺, K⁺ og HCO₃⁻

162

Repetisjonsoppgaver

- Hvorfor er Na⁺ viktig for opptak av aminosyrer og sukker?
- Hvilke stoffer tas opp i blod og hvilke tas opp i lymfe?
- Opptak av aminosyrer og sukker kalles en aktiv prosess. Forklar hvorfor
- Hvorfor trenger vi galle for å bryte ned fett?

163

Tykktarmen

Oppadstigende (colon ascendens)

Tverrgående (colon transversum)

Nedadstigende (colon descendens)

Appendix

Sigmoid (colon sigmoideum)

Rectum

- Tykktarmen har korte langsgående muskellag (sees som utposninger).

164

Tykktarmen

Oppadstigende (colon ascendens)

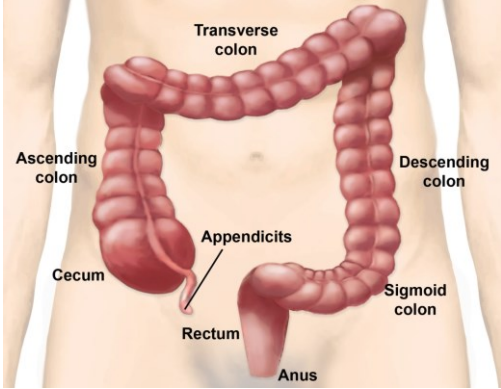
Appendix

N (col.)

- De første 10 cm av tykktarmen er blindtarmen – her er det rikt av bakterier som bistår i fordøyelsen
- Nedenfor ligger blindtarmsvedhenget, en del av lymfesystemet som er viktig for utvikling av adaptiv immunitet
- Blindtarmsvedhenget kan bli betent og kan fjernes uten åpenbare konsekvenser

165

Tykktarmen




Absorpsjon av vann og ioner.

Mikrobiell fordøyelse av karbohydrater og proteiner.

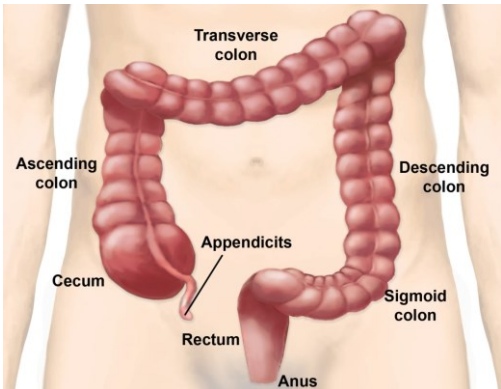
Noe nedbrytning av cellulose.
Produksjon av vitamin K.

Defekering ved peristaltiske bevegelser.


INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

166


Tykktarmen



Vi har to ringmuskler for defekering – en er viljestyrt

Endetarmen er som oftest tom, men når vi får muskelkontraksjoner i tykktarmen presses avfallsstoffer mot den første ringmuskelen

Den gastrokoliske refleksen igangsetter dette ved inntak av mat


INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

167

Tykkarmen

- Rørkjertler produserer slim (smøring)
- Mangler tarmtotter og epitelcellene har ikke mikrovili
- 500-1500 ml kymus fra tynntarmen per døgn
- Viktigste absorpsjonsprosessen i tykkarmen er oppsugning av Na^+ . Vann følger etter når Na^+ suges opp ved aktive prosesser
- Bakterier

Syntetiserer vitaminer som kan suges opp i tykkarmen (K, B)

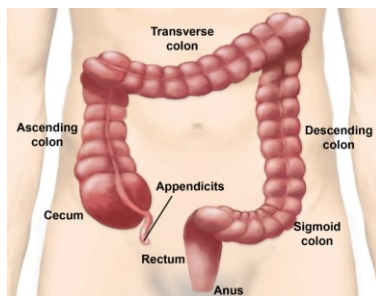
Kan fordøye cellulose og andre karbohydrater som ikke kan fordøyes av enzymer i fordøyelseskanalen

Ved bakterienes stoffskifte dannes det 1-2 liter gass per dag

Bakteriefloraen består av opp til 700 forskjellige bakterier og veier 1.5 kg

168

Forstoppelse



Dersom passasjen gjennom tykkarmen tar unormalt lang tid vil mer vann absorberes

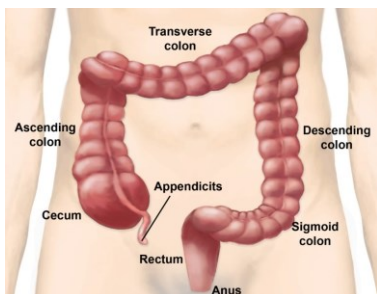
Dette skyldes f eks svake muskelkontraksjoner

Distensjon (strekking) stimulerer kontraksjoner –

Mat med høyt fiberinnhold (cellulose som vi ikke kan bryte ned) hjelper til å øke kontraksjonsstyrken

169

Forstoppelse



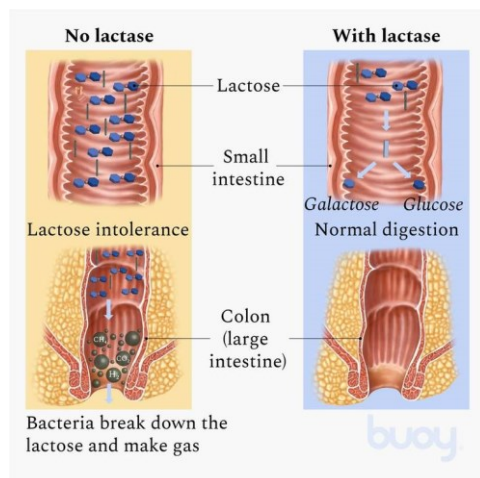
Fiber gir metthetsfølelse og stimulerer kontraksjoner – eksempel er appelsin vs appelsinjuice

Svisker inneholder ekstremt mye fiber og er ofte anbefalt mot forstoppelse

Legemiddel mot forstoppelse er laktulose – øker syreinnholdet i tykktarmen som dermed øker vannmengden

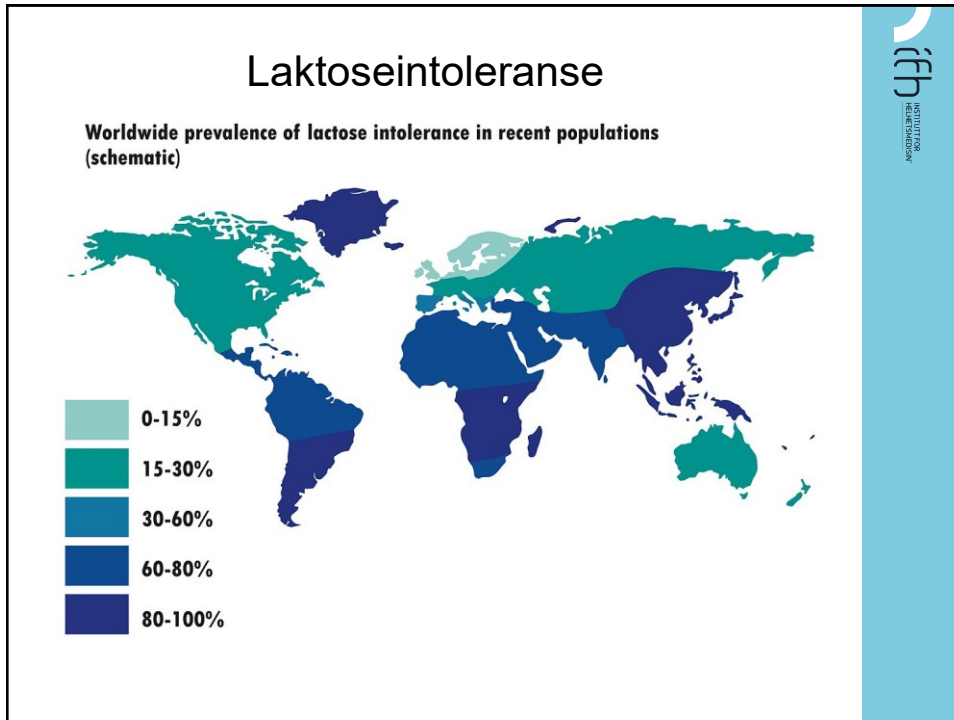
170

Laktoseintoleranse

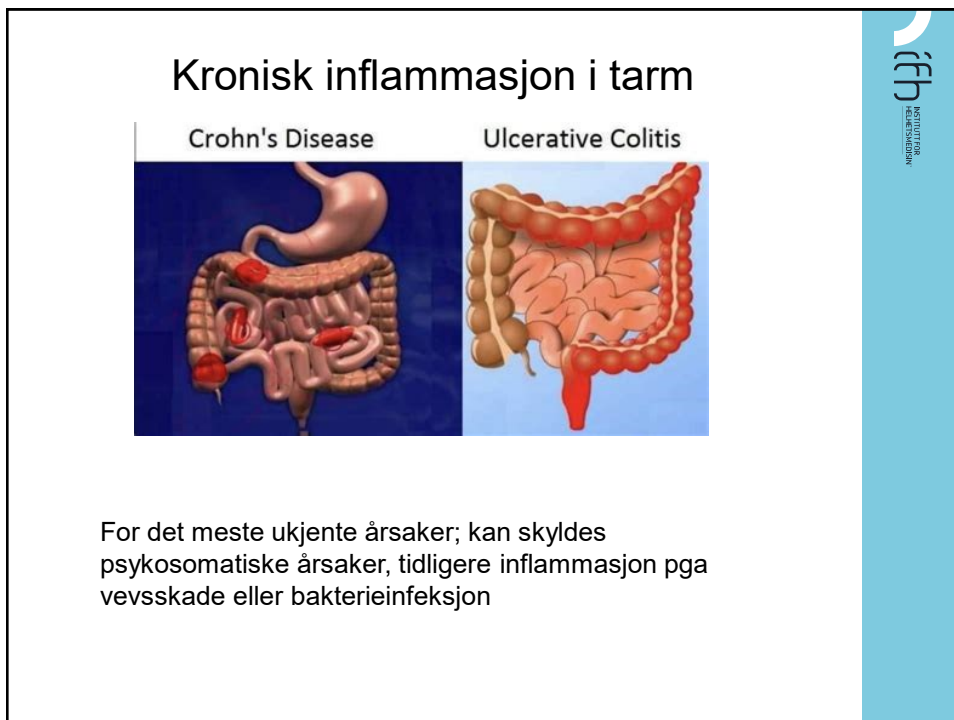


- Dersom man mangler enzymet laktase, kan man ikke fordøye melkeprodukter
- Da vil bakterier bryte ned melkeprotein som fører til stor produksjon av gass

171



172



173

Kolorektal kreft



- En av de vanligste kreftformene i Vesten, antall tilfeller øker (med dagens tall vil 1 av 20 i Norge vil utvikle tykktarmskreft)
- Risikofaktorer er IBD, fettrikt kosthold, tobakk og alkohol, oversteikt mat (utvikler akrylamid som gir DNA-skade)
- 70% overlevelse etter 5 år – i stor grad fordi det oppdages tidlig

174

Clostridium diffecile



175

Oppsummering

- Det aller meste av næringsstoffer absorberes i den øverste delen av tynntarmen
- Her overføres stoffene til blodet, som sendes rett til leveren (utenom fett)
- Absorpsjonen skjer ved aktiv eller passiv transport
- Glukose og aminosyrer er eksempler på sekundær aktiv transport (Na^+/K^+ pumpe som krever ATP)
- Av de 9 literne fordøyelsessekret vi danner daglig, absorberes 8,5 i tynntarmen, som oftest via diffusjon
- I tykktarmen hjelper bakterier til i nedbrytning av ufordøyd mat
- I tillegg stort opptak av Na^+ og en del vann

176

Kan vi påvirke hastigheten av fordøyelsen?

- Inntak av karbohydrat vs fett og protein

Påvirker tømningen av mageinnhold

Påvirker hvor mye magen kan strekkes – dessert kan redusere strekk av magesekken, og hvor fort innholdet overføres videre

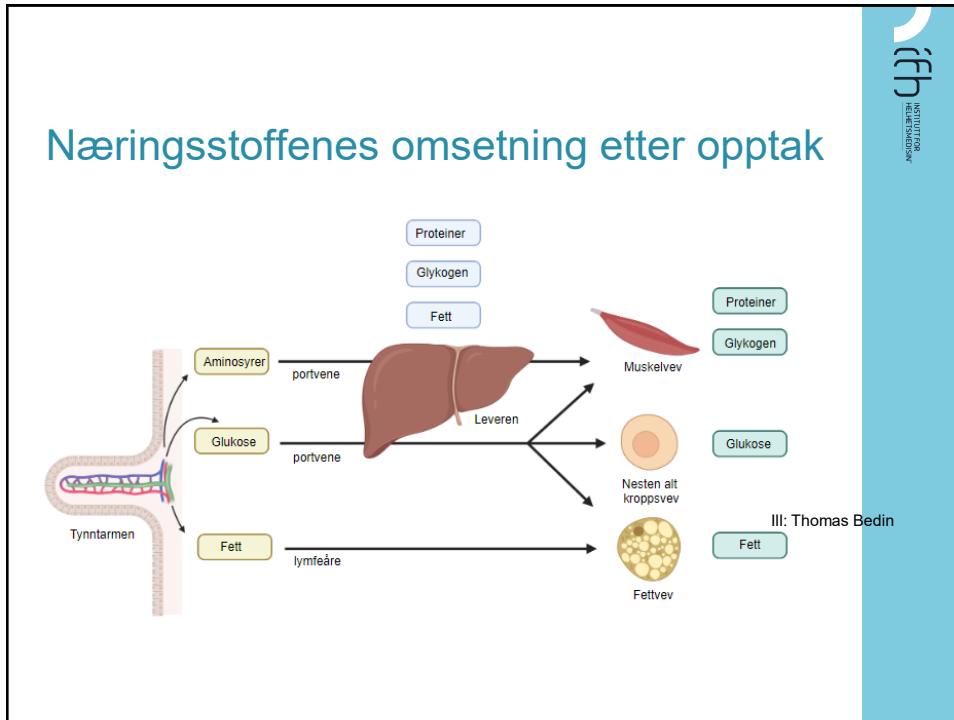
- Snaps/brennevin?



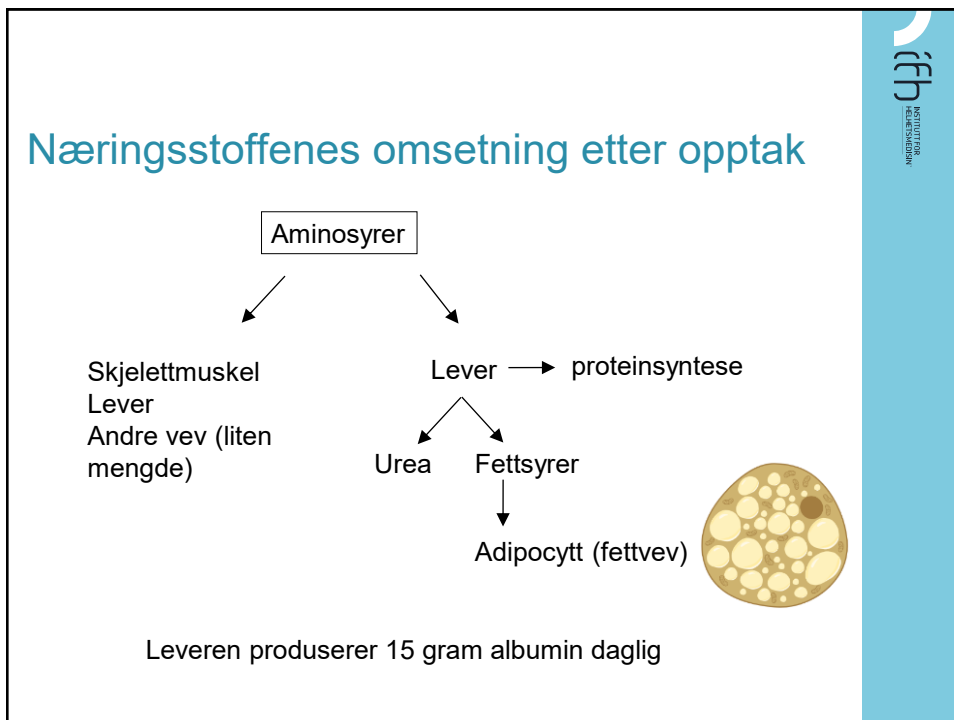
Eneste effekt på fordøyelsen er at mageinnholdet tømmes saktere pga høyt alkoholinnhold

Renser munnen for fett og kan dermed bedre smakssansen

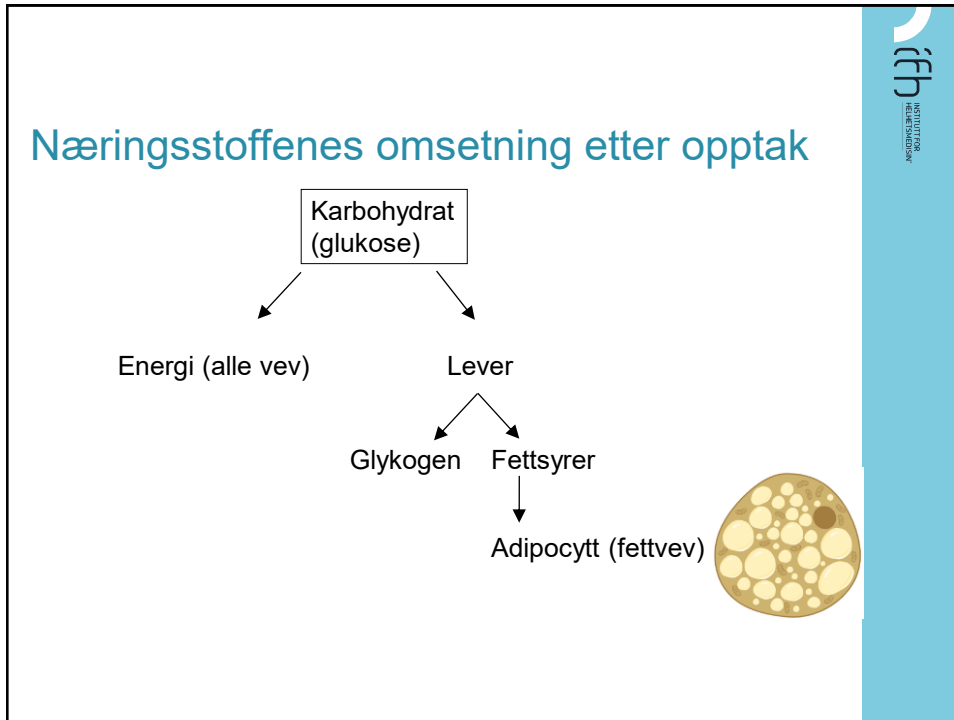
177



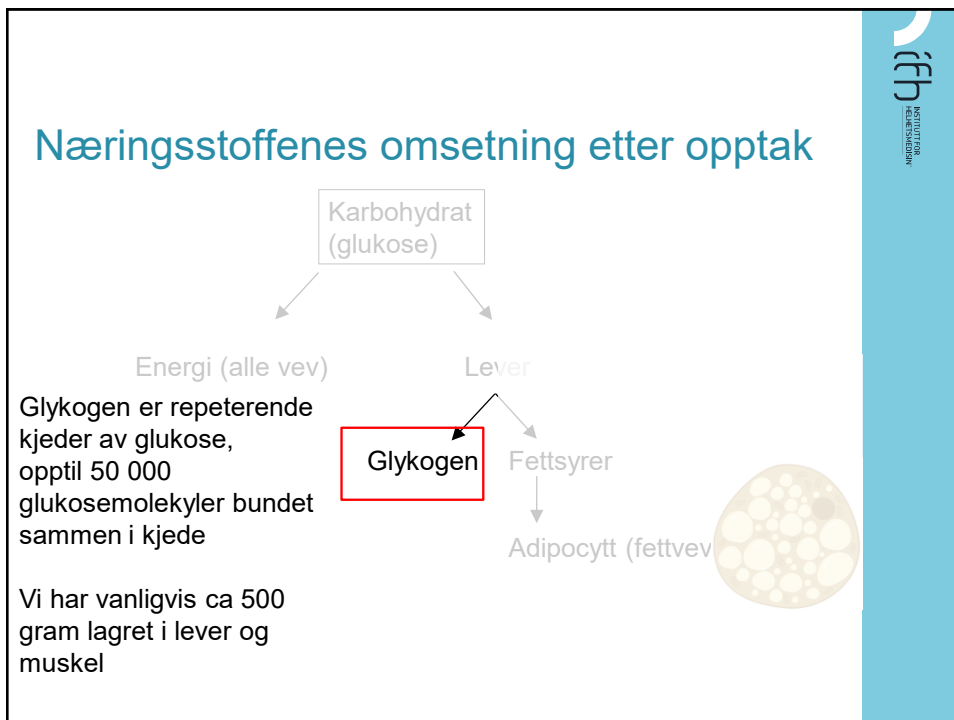
178



179



180



181

Næringsstoffenes omsetning etter opptak

Glykogen binder mye væske og de fleste «slankepiller» gjør at vi mister lagrene av glykogen (og dermed væske).

Vekttapet skyldes da væsketap, og så snart men gjenopptar vanlig kost vil vekten komme tilbake

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

182

Næringsstoffenes omsetning etter opptak

Fett (triglycerider)

Fettsyrer

Adipocyt (fettve)

ifh
INSTITUTT FOR
HELHETS MEDISIN

183

Næringsstoffenes omsetning etter opptak

- Karuss er en slektning av gullfisk som lever på Østlandet
- De kan overleve flere måneder uten oksygen, og lever helt fint under isen i små tjern og bekker
- For å klare dette har de ekstremt store glykogenlagre i leveren. Disse brukes i anaerob energiomsetning



Omdanner laktat til etanol som fungerer som frostvæske og kan skilles ut over gjellene (de er litt tipsy hele vinteren)

→



184

Næringsstoffenes omsetning etter opptak

Ekstremt eksempel: Chris Froome under Giro d'Italia 2017

- Først nedbrytning før fjelletapper: 2500 kcal daglig (forbruk ca 3500 bare på sykling)
- Underveis i fjelletapper: 7000 kcal daglig, inkl 1.3 kg ren karbohydrat (forbruk ca 6500 på sykling)
- Vekt nedgang på 2-3 kg underveis i hver etappe (væske+glykogen)
- Hvilepuls i uke 3 på 32 bpm (!!!)



Chris Froome (vunnet Italia, Spania og Italia rundt)



185

Næringsstoffenes omsetning etter opptak

Michael Phelps (tidenes mestvinnende OL-utøver): 12000 kcal daglig

- Frokost:
 - 3 sandwicher med stekt egg, omelett med 5 egg, havregryn, 3 french toast (arme riddere), 3 sjokoladepannekaker
- Lunsj:
 - Energidrikk (1000 kcal), 500 gram pasta, to store ost og skinkesmørbrød
- Middag
 - Energidrikk (1000 kcal), 1 stor pizza, 500 gram pasta



186

Næringsstoffenes omsetning etter opptak

Amerikansk brunbjørn legger på seg inntil 500 kg hver sommer

På tross av dvaletilstand har de ingen tegn til muskelatrofi, problemer med regulering av blodsukker, hjerte/karsykdommer

En av tilpasningene under dvale er en 30x økning i lipaseproduksjon for å bryte ned fett



187

Læringsmålsoppgaver

- Hva menes med essensielle næringsstoffer? Gi eksempler på slike stoffer
- Hva er vitaminer?
- Beskriv hvordan fordøyelsessystemet til mennesker er bygget opp (4 hovedfunksjoner).
- Hvilke prosesser skjer i: a) munnhulen b) svelget c) magesekken
- Hvilke sekreter fra magesekken deltar i fordøyelsen? Beskriv deres oppgaver og hva som stimulerer utslipp av disse.
- Beskriv oppbygningen av tynntarmens vegg og forklar hvordan denne er tilknyttet funksjon.
- Hva er funksjonen til hydrogenkarbonat-sekresjonen fra bukspyttkjertelen, og hvordan reguleres utslipp av dette?
- Hvilke andre stoffer skiller ut fra bukspyttkjertelen, og hvilke oppgaver har disse? Hva er forskjellen på stoffene som skiller ut og de som virker i nedbrytningen?
- Hva er leverens rolle i fordøyelse? Hva er funksjonen til galle?
- Beskriv hvor og hvordan de fire hovedgruppene av næringsstoffer brytes ned: karbohydrater, proteiner, fett og nukleinsyrer.
- Forklar hvordan de ulike næringsstoffene transporteres over tarmepitelet.
- Beskriv hva som skjer med næringsstoffene etter at de er tatt opp over tarmepitelet (hvor de blir tatt opp, lagret og forbrukt).
- Hva er tykktarmens viktigste rolle?

188

Repetisjonsoppgaver

1. Hvilke organer/deler består fordøyelsessystemet av?
2. Hva er hensikten med spyttsekresjonen?
3. Forklar hva som skjer under svelging.
4. Hvilken funksjon har magesekken?
5. Hvilke deler består tynntarmen av?
6. Hvilke funksjoner har tykktarmen?
7. Hva er den gastrokolske refleks?
8. Hvilke funksjoner har bukspyttet?
9. Hvor finner vi pankreas?
10. Hvilke funksjoner har leveren?
11. Hvor mottar leveren blod fra
12. Hvor tømmes gallen?
13. Hvordan kan tarmen absorberes fett, proteiner og karbohydrater?
14. Hva skjer i magesekken når vi tenker på mat?
15. Hvor dannes insulin og glukagon og hva er deres funksjon?

189