

DAG 2 – ABSORPTION OG LEVEROMSÆTNING

MOGENS LARSEN
e-mail: Mogens.Larsen@anis.au.dk



LÆRINGSMÅL FOR DAGEN

- › At forstå de grundlæggende principper omkring VFA absorption og efterfølgende leveromsætning
- › At forstå de grundlæggende principper omkring drøvtyggerens glukoseforsyning
- › At forstå de grundlæggende principper omkring aminosyreabsorption og efterfølgende leveromsætning
- › At forstå de grundlæggende principper for leveromsætning af langkædede fedtsyrer
- › HÅB: At kunne anvende denne viden til kritisk vurdering foderplaner og problemstillinger i en kvægbesætning

FORMEN

- > Undervisning/gennemgang
- > Beregninger
- > Pauser
- > Besøg i intensivstalden

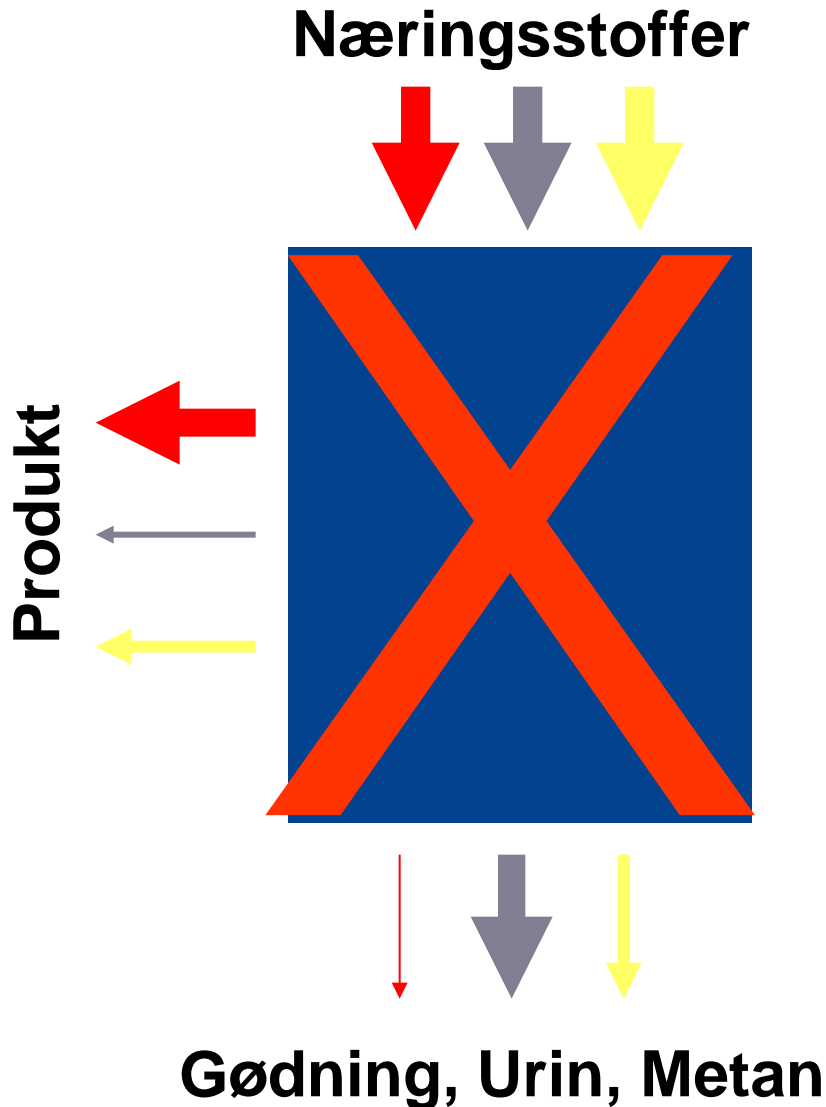
KVANTITATIV NÆRINGSSTOFABSORPTION OG METABOLISME

- > Absorption er
 - > optagelse af næringsstoffer fra tarmen til organismen

- > Metabolisme er
 - > et sæt af kemiske reaktioner som sker i levende organismer til opretholdelse af liv
 - > omdannelse af et næringsstof til et nyt

- > Kvantitativ
 - > Absolute mængder

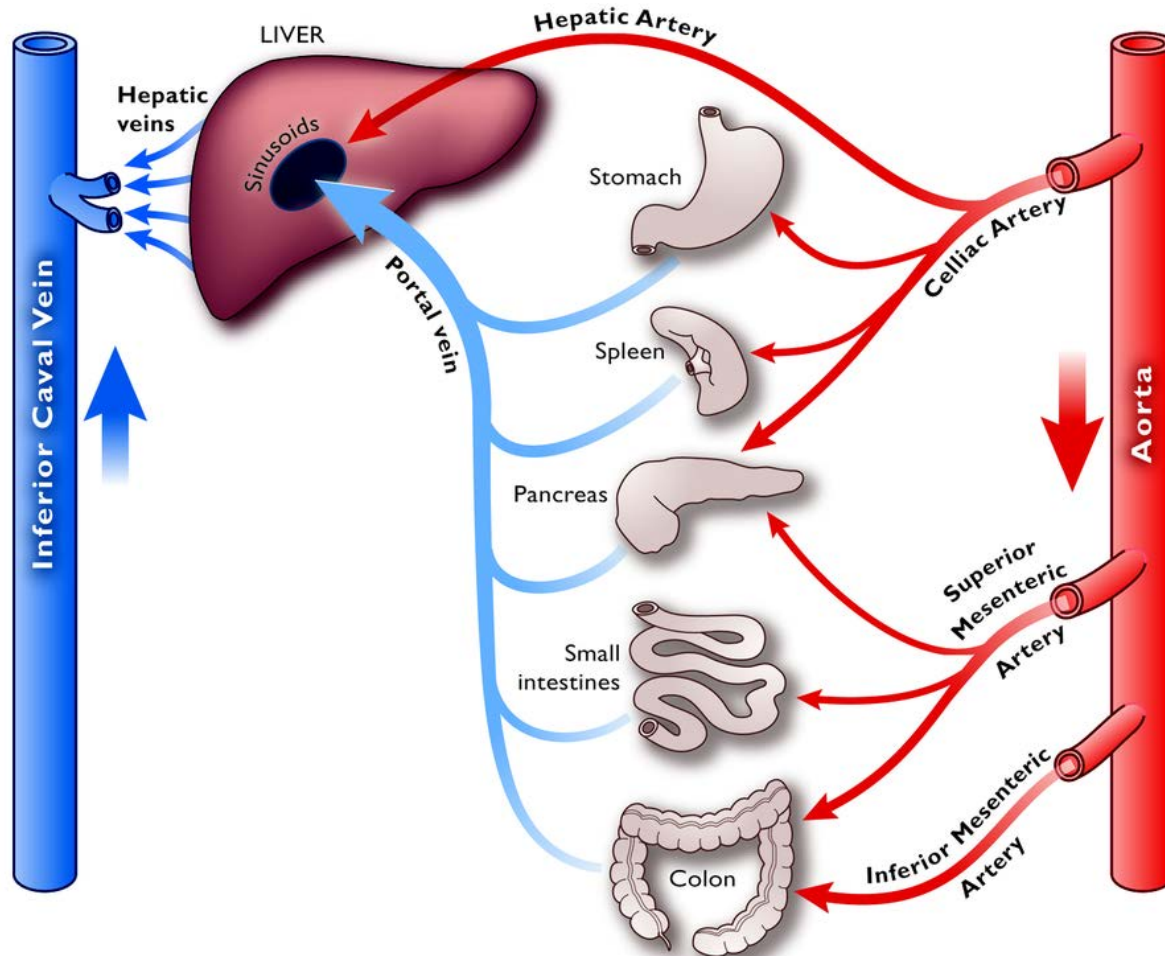
- > Dagens program er målrettet mod
 - > Mængder og profiler af næringsstoffer absorberet fra mavetarmkanal til blod
 - > Omsætning og produktion af næringsstoffer i leveren
 - > Leverens nøglerolle i forsyningen med næringsstoffer til at dække behov i perifære væv



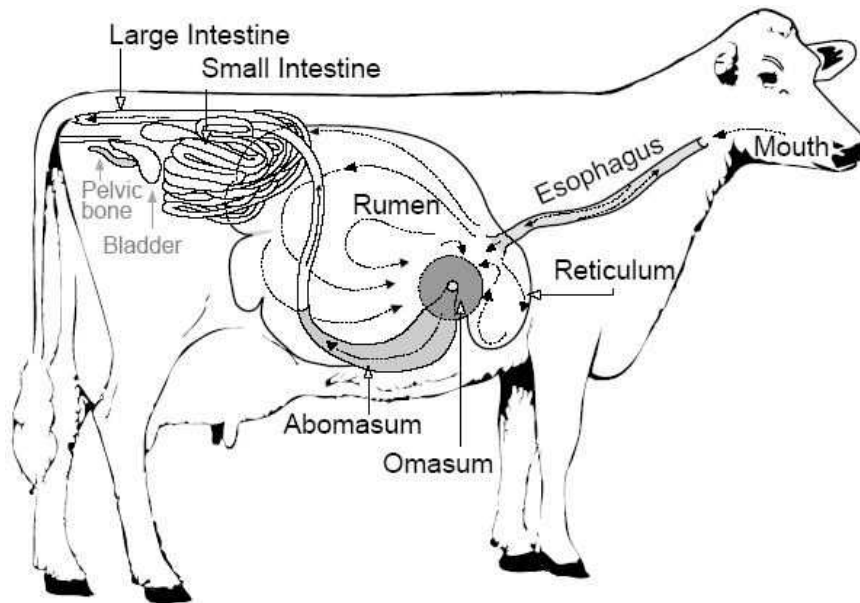
TRADITIONELT HAR VI
BETRAGTET INPUT OG
OUTPUT PÅ
HELDYRSNIVEAU

DERMED BLIVER
DYRET EN **SORT BOKS**

ANATOMI



ABSORPTION



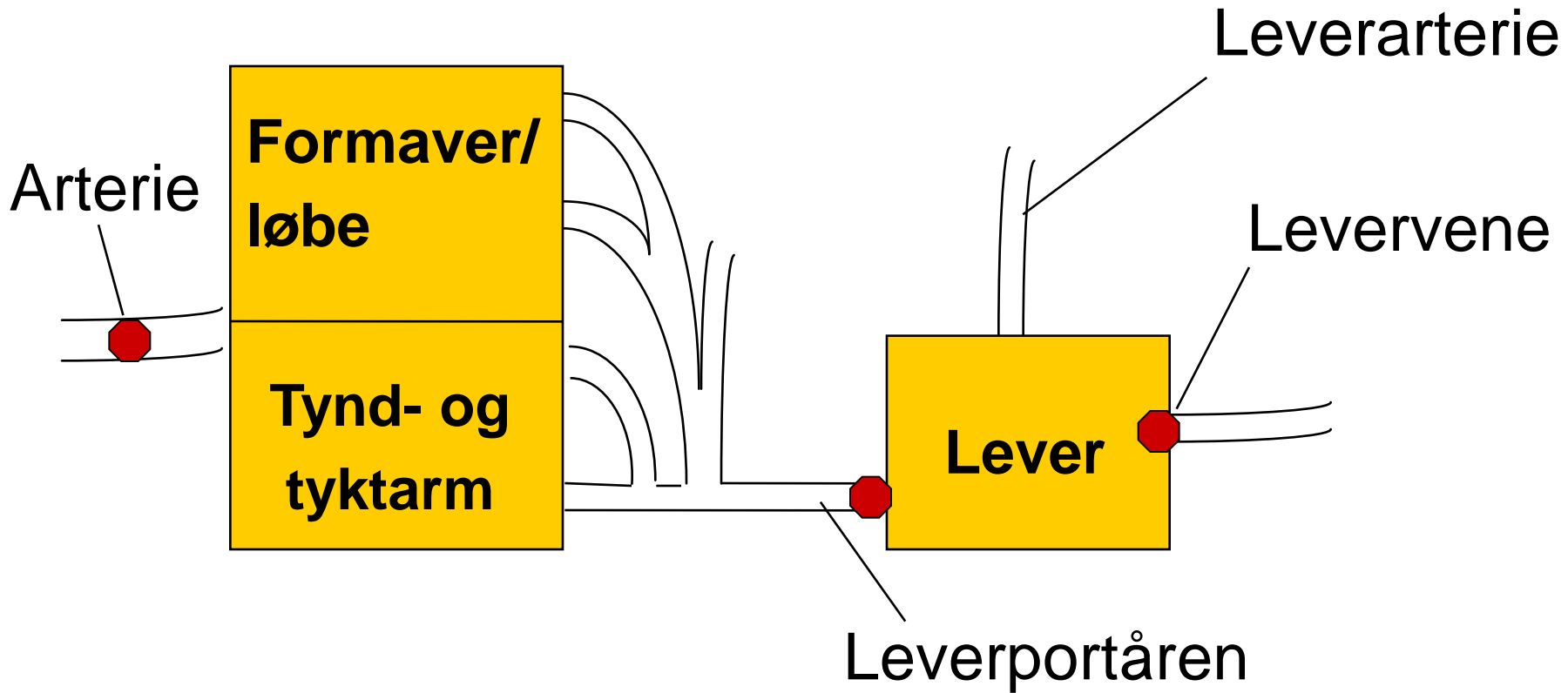
- > Formaver (vom)
 - > VFA absorption (85%)
- > Tyndtarm
 - > Aminosyrer
 - > Langkædede fedtsyrer
 - > Glukose
- > Tyktarm
 - > VFA absorption (15%)

LEVEROMSÆTNING

- > Udgør 1-2.5 % af kropsvægt
 - > Udgør 25 % af kroppens iltforbrug
 - > Udgør 85 % af glukoseproduktion (glukoneogenese)
-
- > Glykogenlager
 - > Fedtomsætning
 - > Proteinsyntese
 - > Galdeproduktion og sekretion
 - > Afgiftning af toksiner



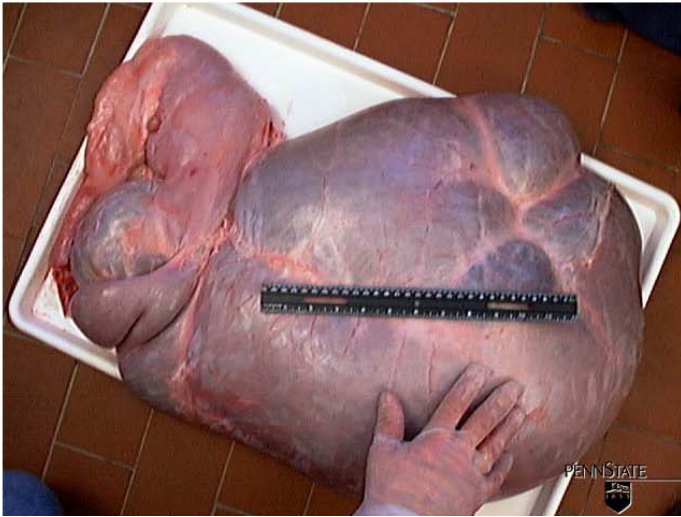
KATETERMODEL



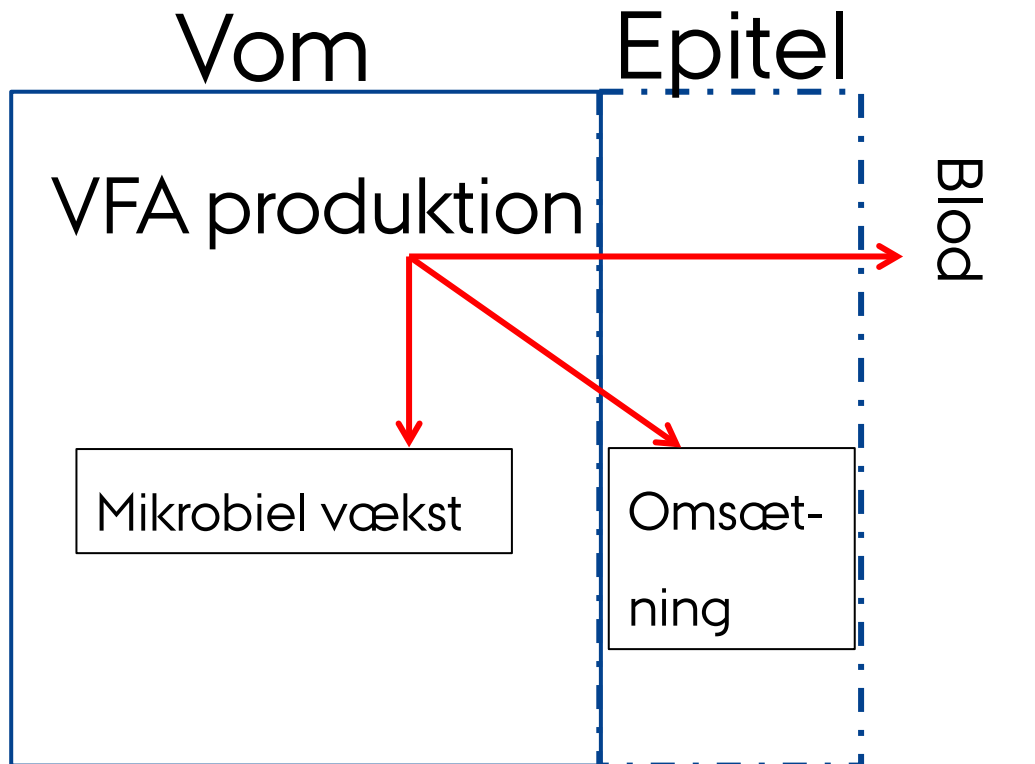
VFA – ABSORPTION OG LEVEROMSÆTNING



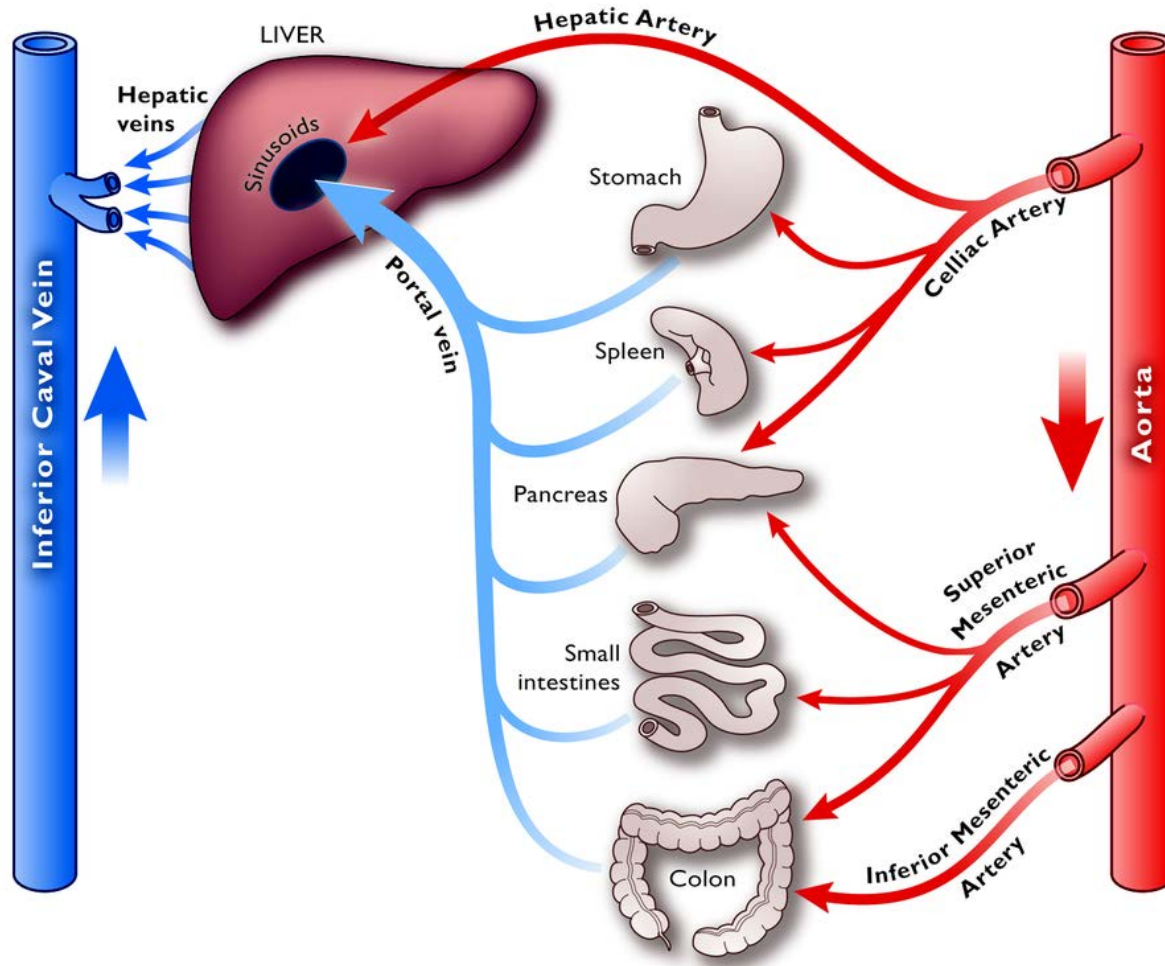
ABSORPTION FRA FORMAVER



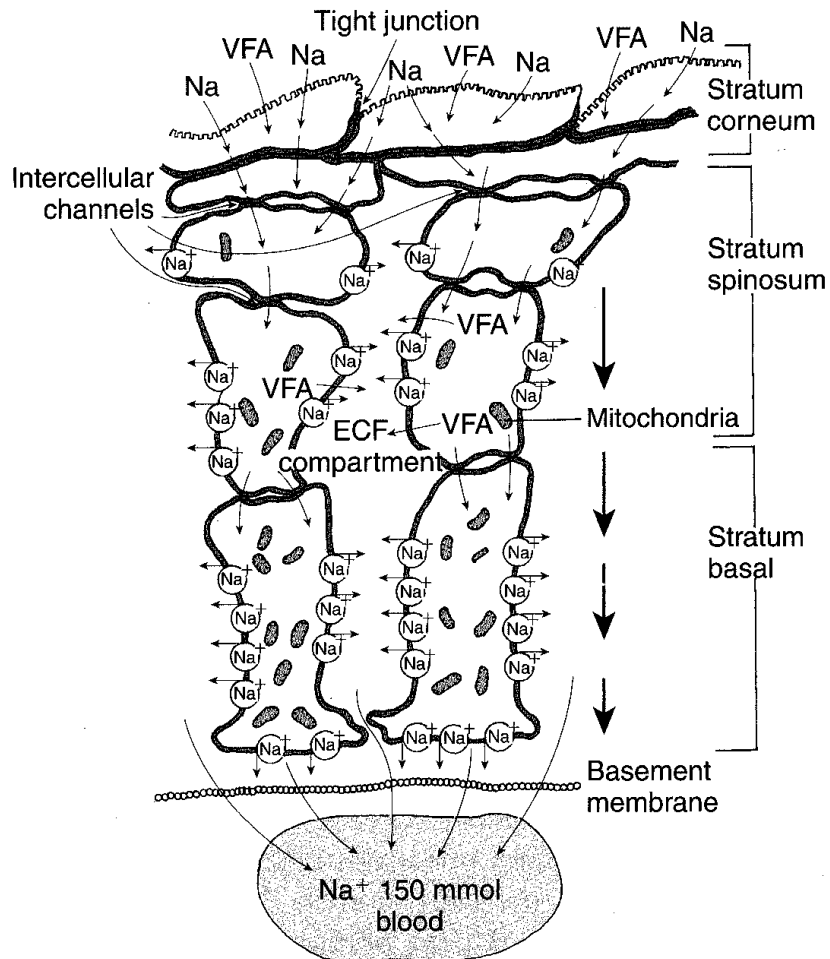
VFA OMSÆTNING



ANATOMI



ABSORPTION AF VFA



De metabolisk aktive epitel celler i stratum basale trækker Na⁺ ind og driver dermed VFA ind gennem forhornede epitellag

Selve absorptionsmekanismen er ikke klarlagt

Vigtigt at de producerede VFA bliver absorberet effektivt for at undgå lave pH i vommen

Buffer i spyt er med til at kontrollere pH niveauet i vommen

HVAD ER DET AT DER SKER MED VFA PRODUCERET I VOMMEN?

**Genfinding i portåren af VFA infunderet til en funktionel vom
eller til en vasket vom**

	Funktionel vom	Vasket vom	
	Får	Får	Stude
Acetat	54 ± 8	109 ± 7	105 ± 3
Propionat	54 ± 8	95 ± 7	91 ± 2
Butyrat	11-25	23 ± 3	18-52

Kristensen, 2005

HVAD ER DET AT DER SKER MED VFA?

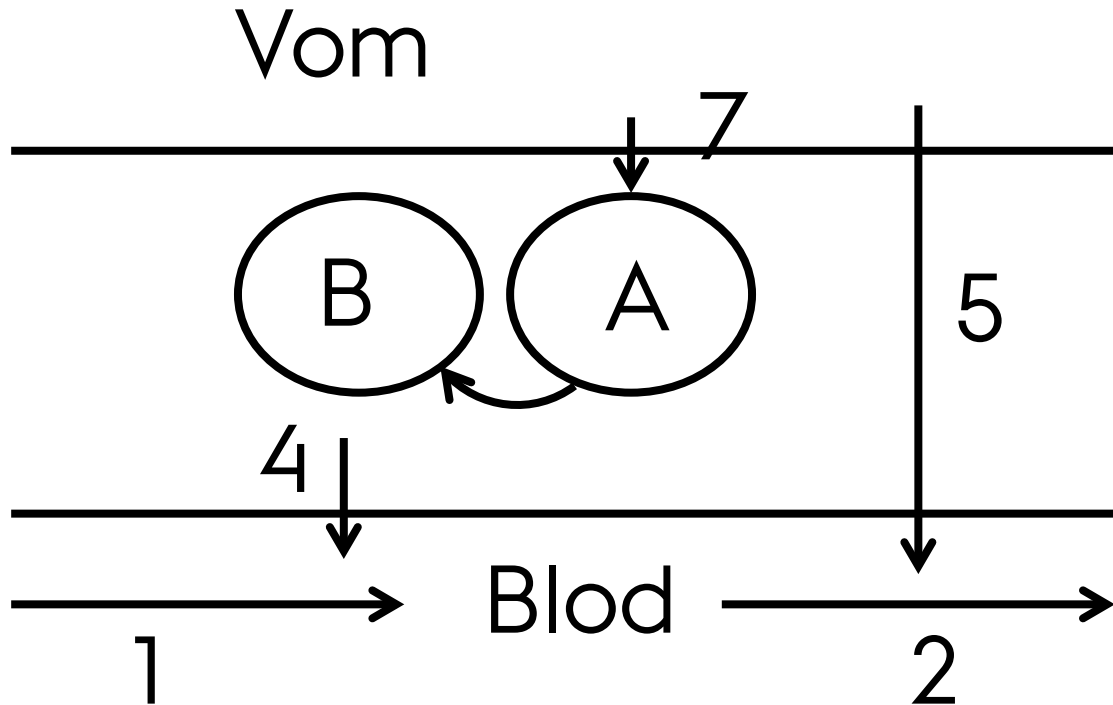
> **Forbrug til mikrobiel vækst**

- > En del acetat bliver brugt til mikrobiel vækst
- > En del propionat bliver brugt til mikrobiel vækst
- > Meget lidt butyrat bliver brugt til mikrobiel vækst

> **Omsætning i epitelceller**

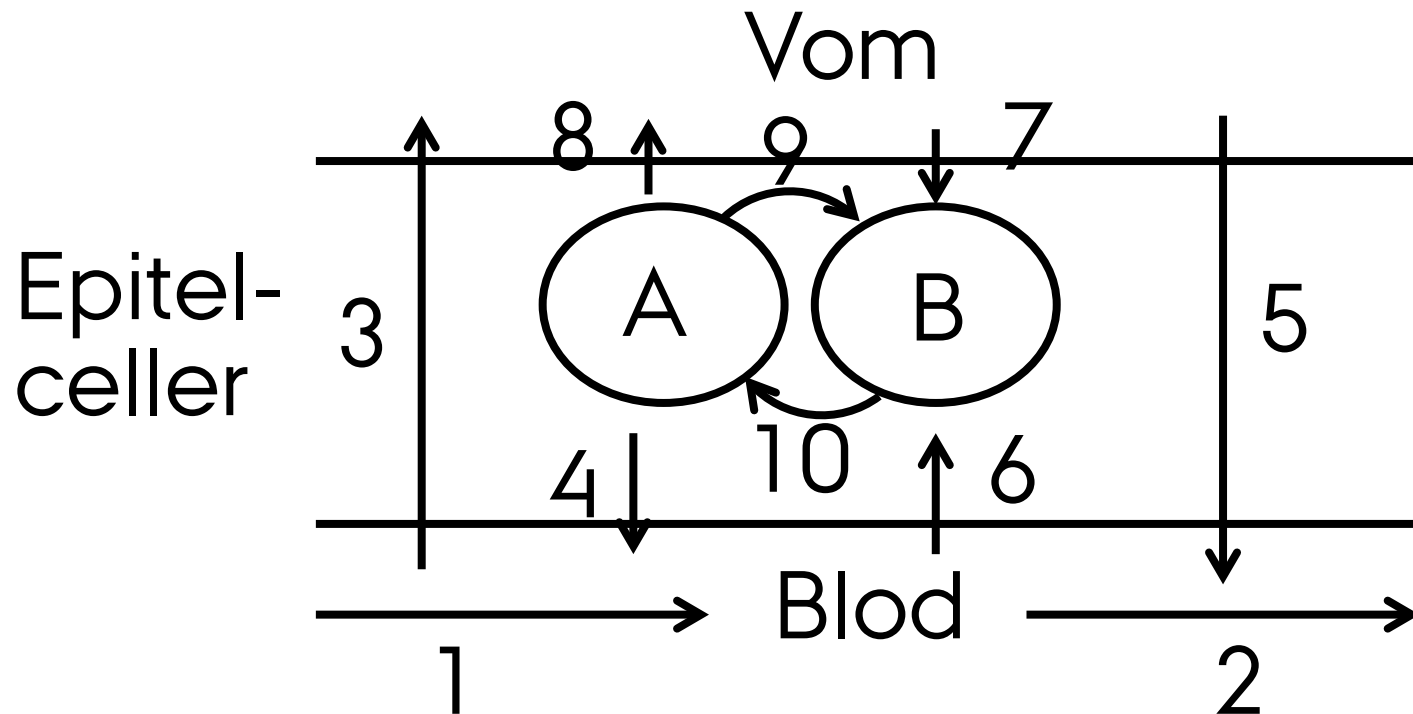
- > Meget lidt acetat bliver omsat i epitelceller
- > Meget lidt propionat bliver omsat i epitelceller
- > En stor del af butyrat bliver omsat i epitelceller

OMSÆTNING AF BUTYRAT I EPITEL

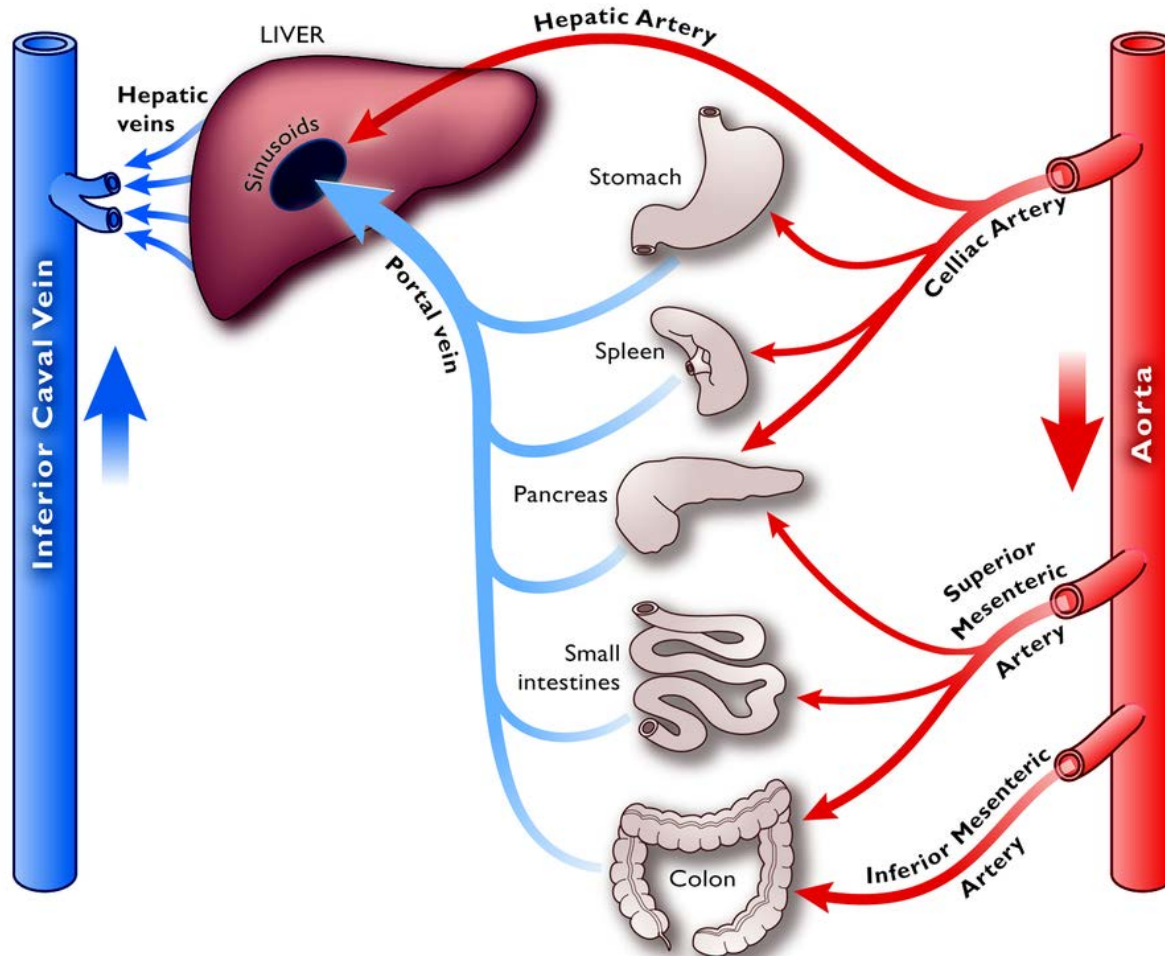


A = cellulært
butyrat
B = cellulært
 β -OH-butyrat

POTENTIELLE OMSÆTNINGSVEJE



ANATOMI



LEVEROMSÆTNING AF VFA

Leverforbrug af VFA i kvæg

	% af netto absorption	% af netto absorption + baggrund
Acetat	-19	-7
Propionat	93	81
Butyrat	80	60

Kristensen, 2005

Negativt forbrug betyder frigivelse!

- Acetat fra omsætning af langkædede fedtsyrer

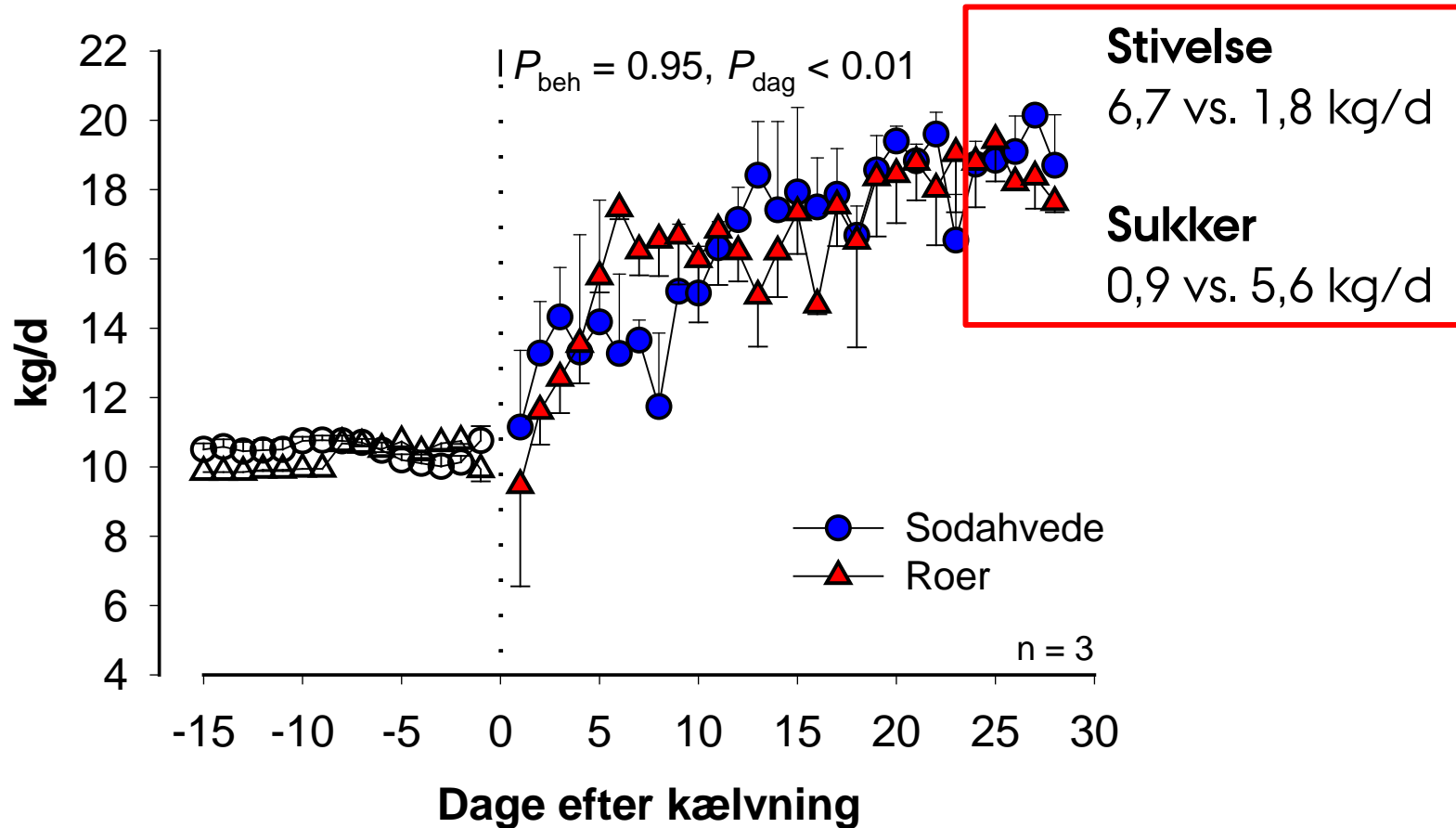
Propionat omsættes til glukose

Butyrat til β -OH-butyrat (BOHB)

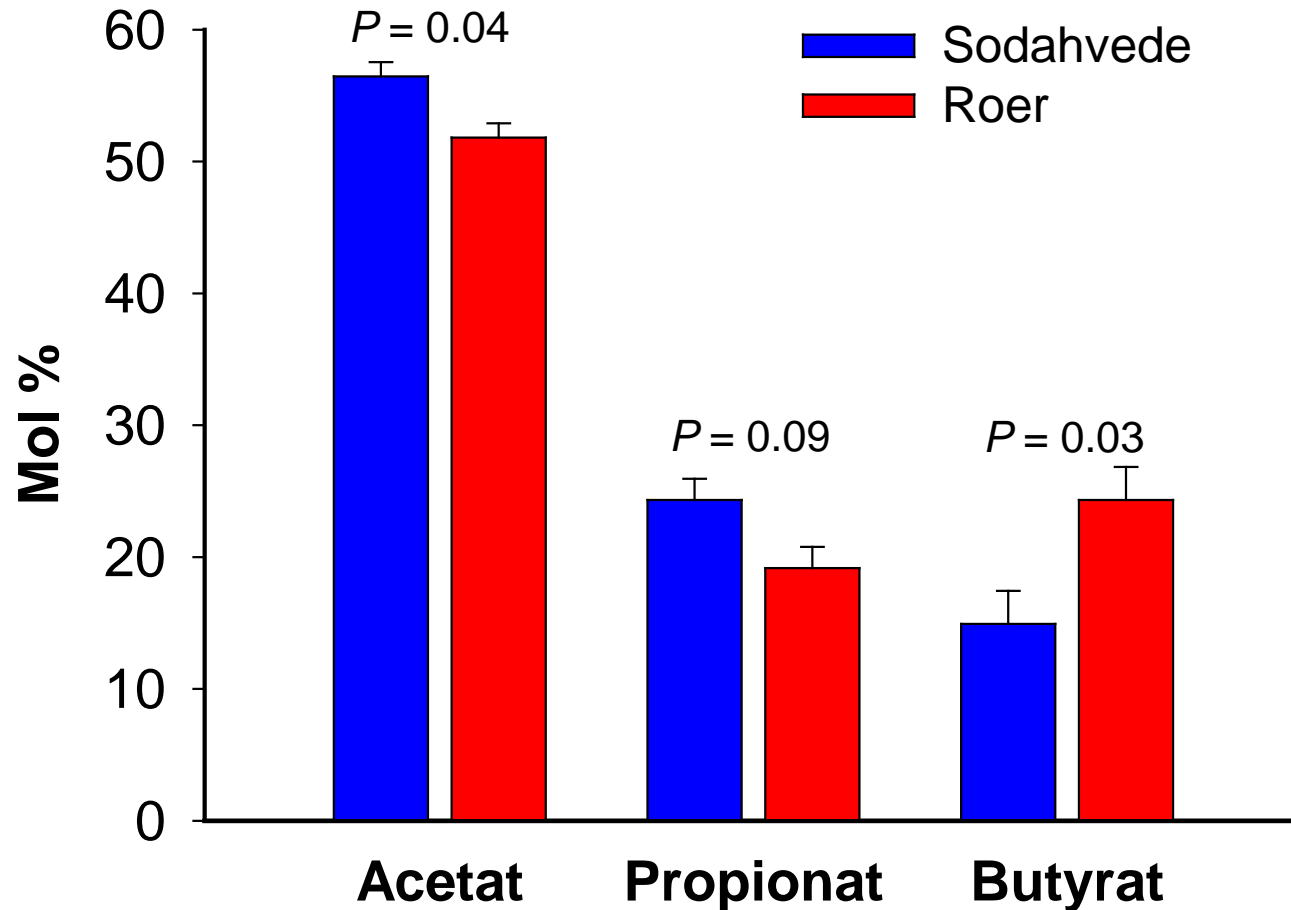
RATIONER – HØJ STIVELSE ELLER SUKKER

Rationer		
% af TS	Sodahvede	Roer
Kløvergræsensilage	26	26
Sodahvede	56	15
Foderroer		41
SoyPass/majsgluten60	14	14
Urea		0,5
g/kg TS		
Råprotein	181	187
Stivelse	369 (220)	107 (64)
Sukker	50	284
AAT	108	104
NE _L , MJ/kg TS	7,69	7,08

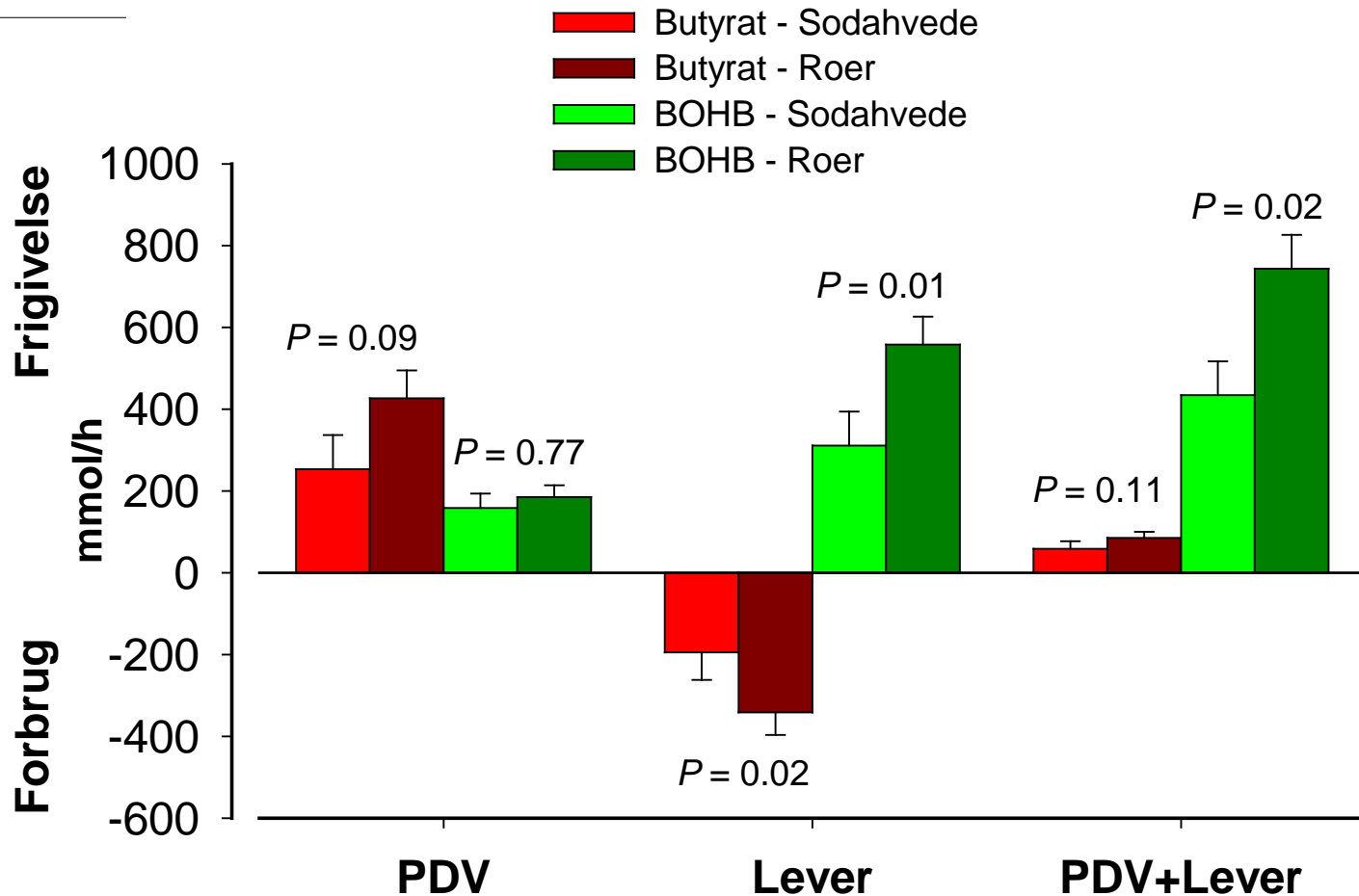
SAMME TØRSTOFOPTAGELSE



VFA I VOM – SOM FORVENTET



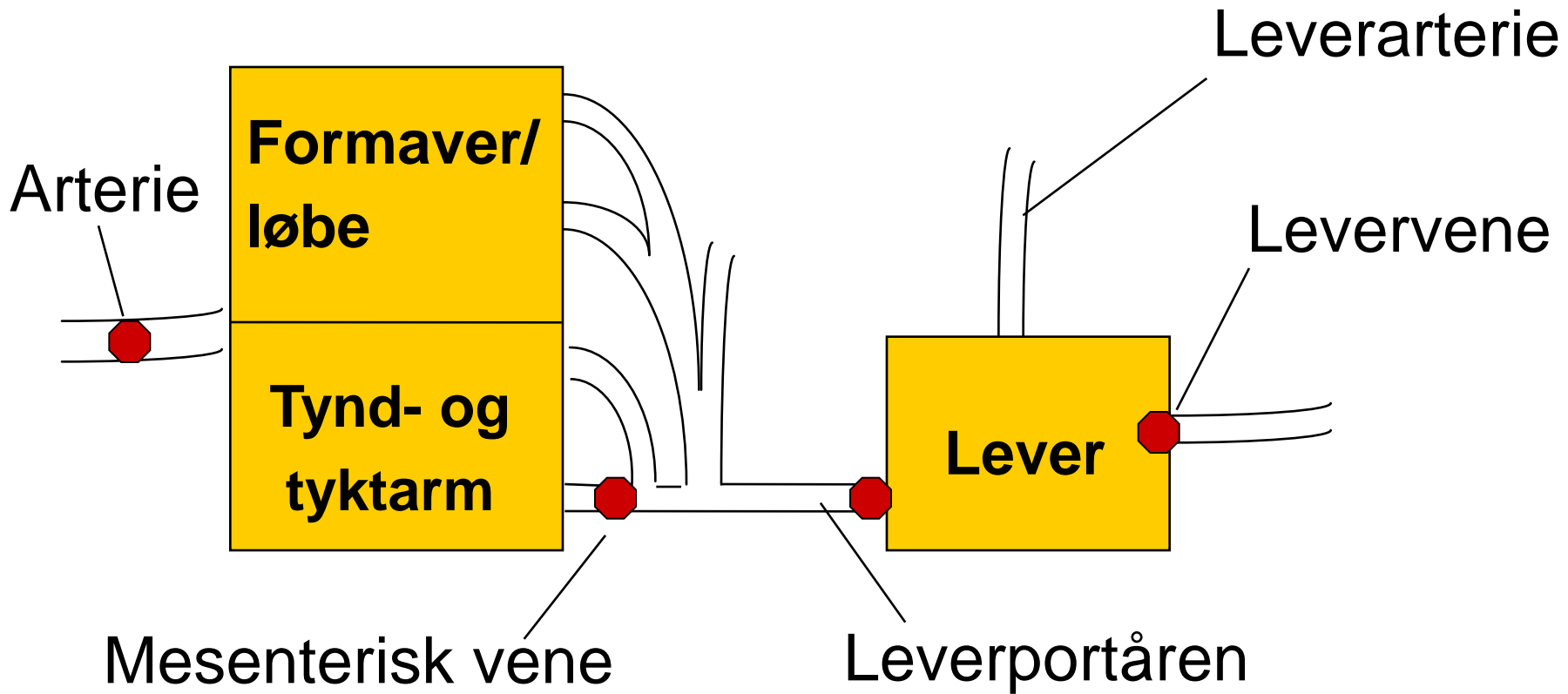
ABSORPTION OG OMSÆTNING AF BUTYRAT



ØVELSE/CASE



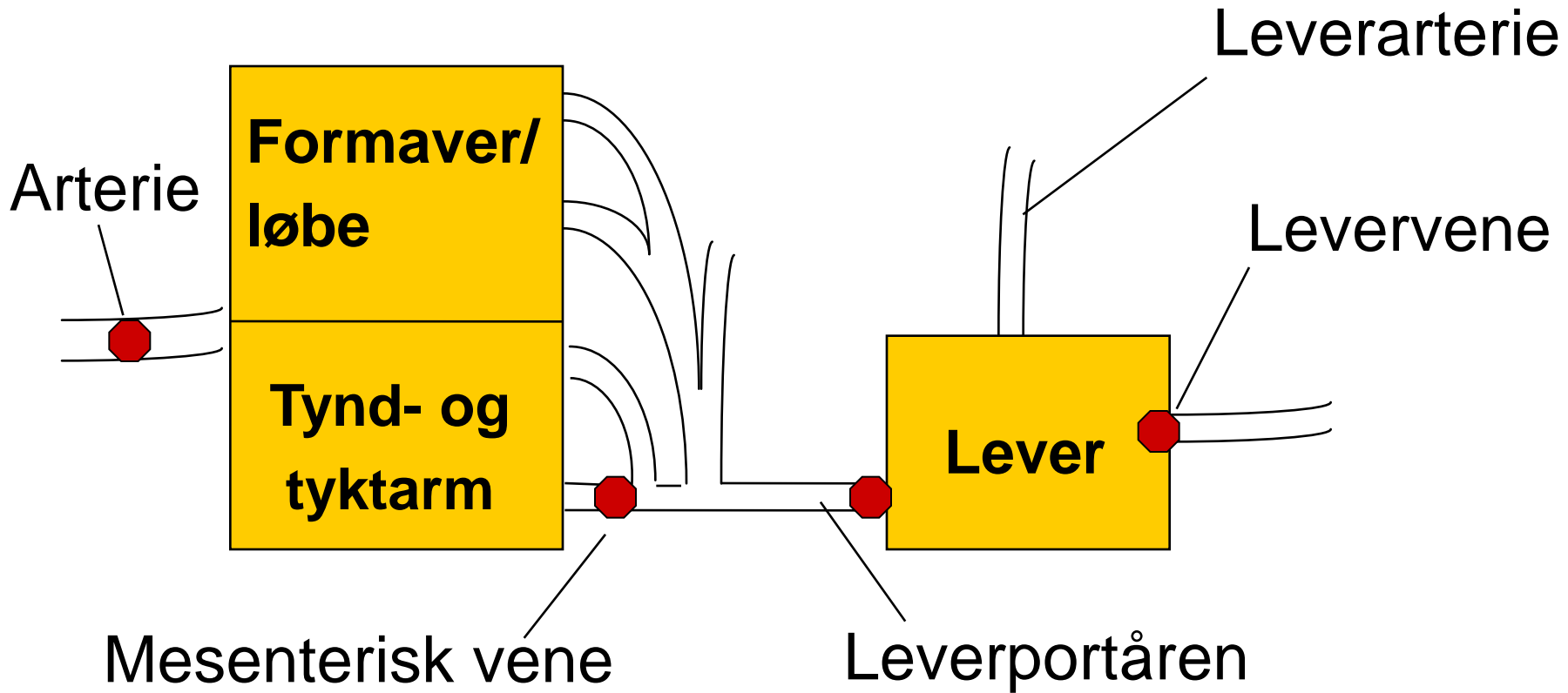
KATETERMODEL



BLODPRØVETAGNING

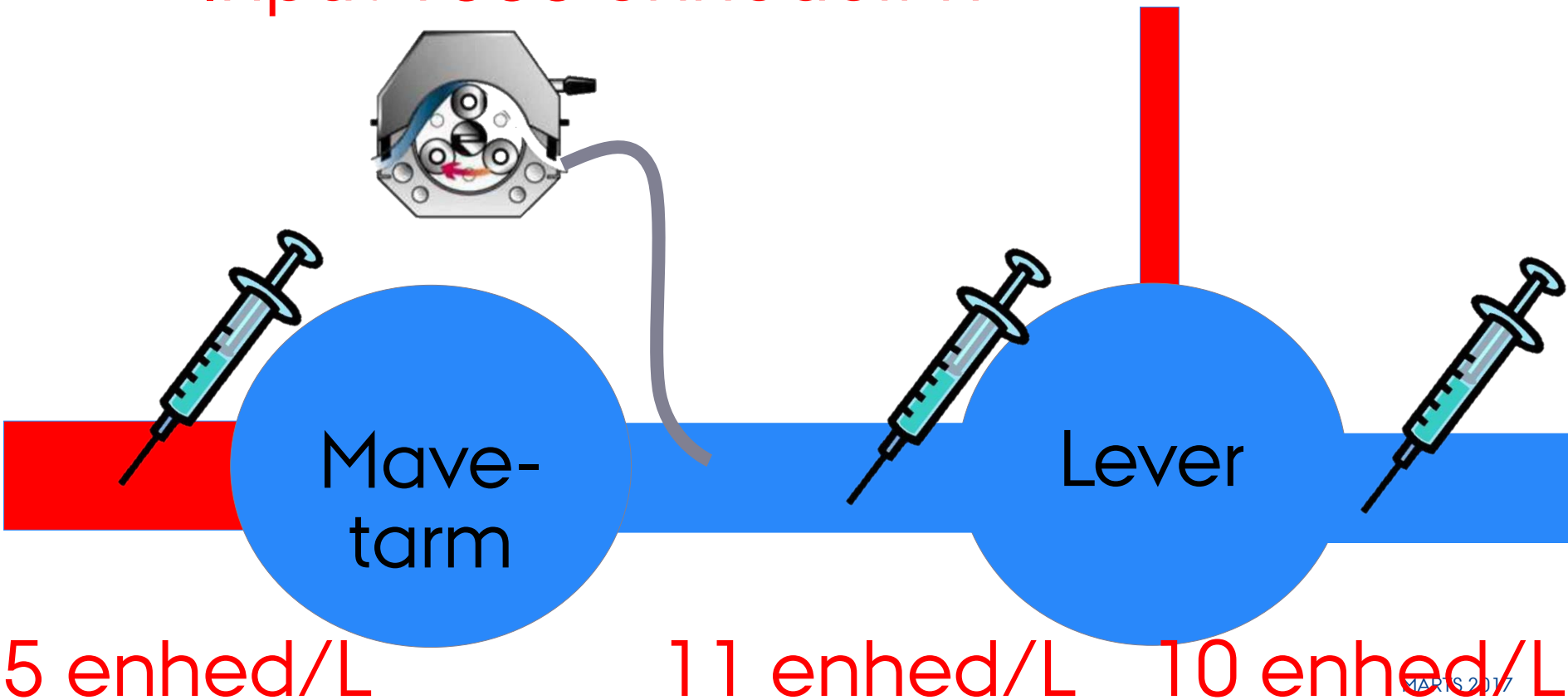


KATETERMODEL



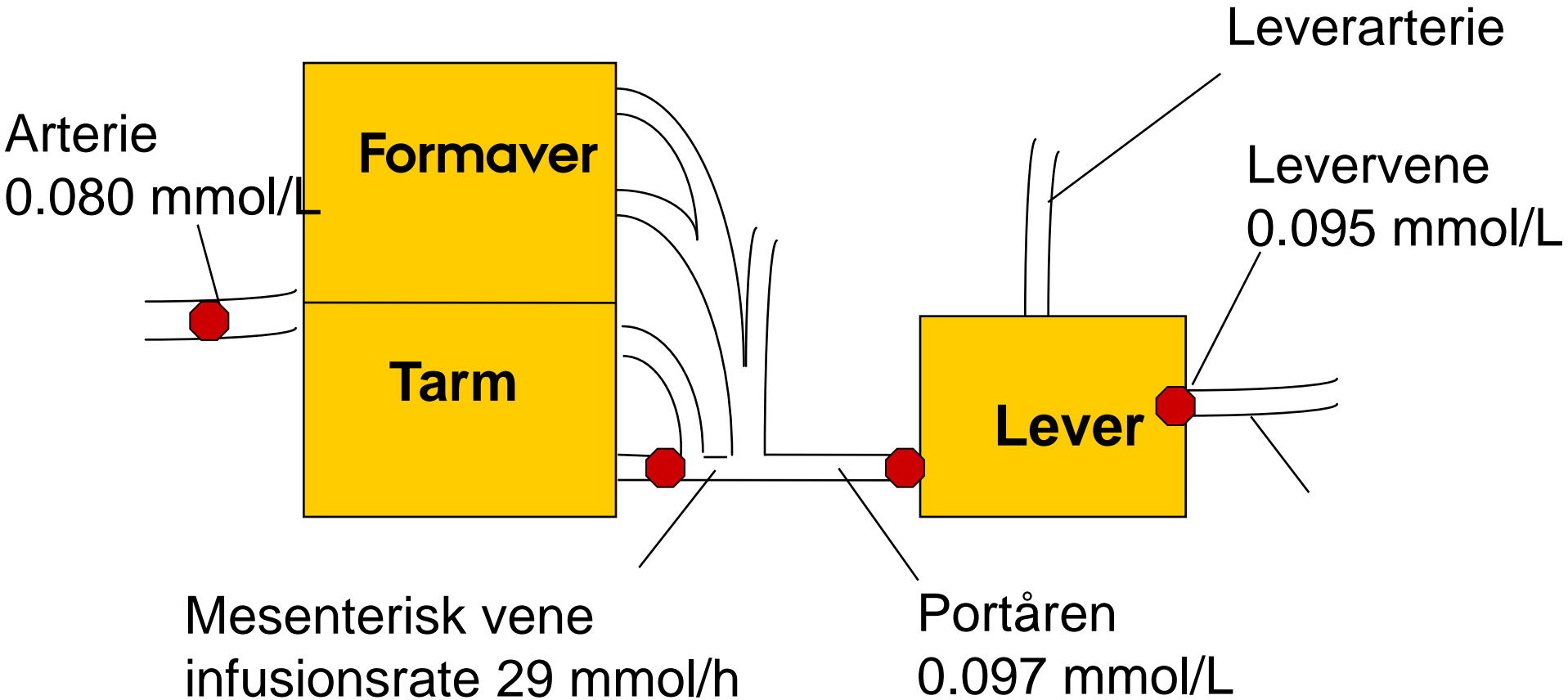
BLODFLOW – TO FORBUNDNE SYSTEMER

Input 1000 enheder/h



KATETERMODEL

Beregn blodflow ved pAH infusion



BEREGNINGER

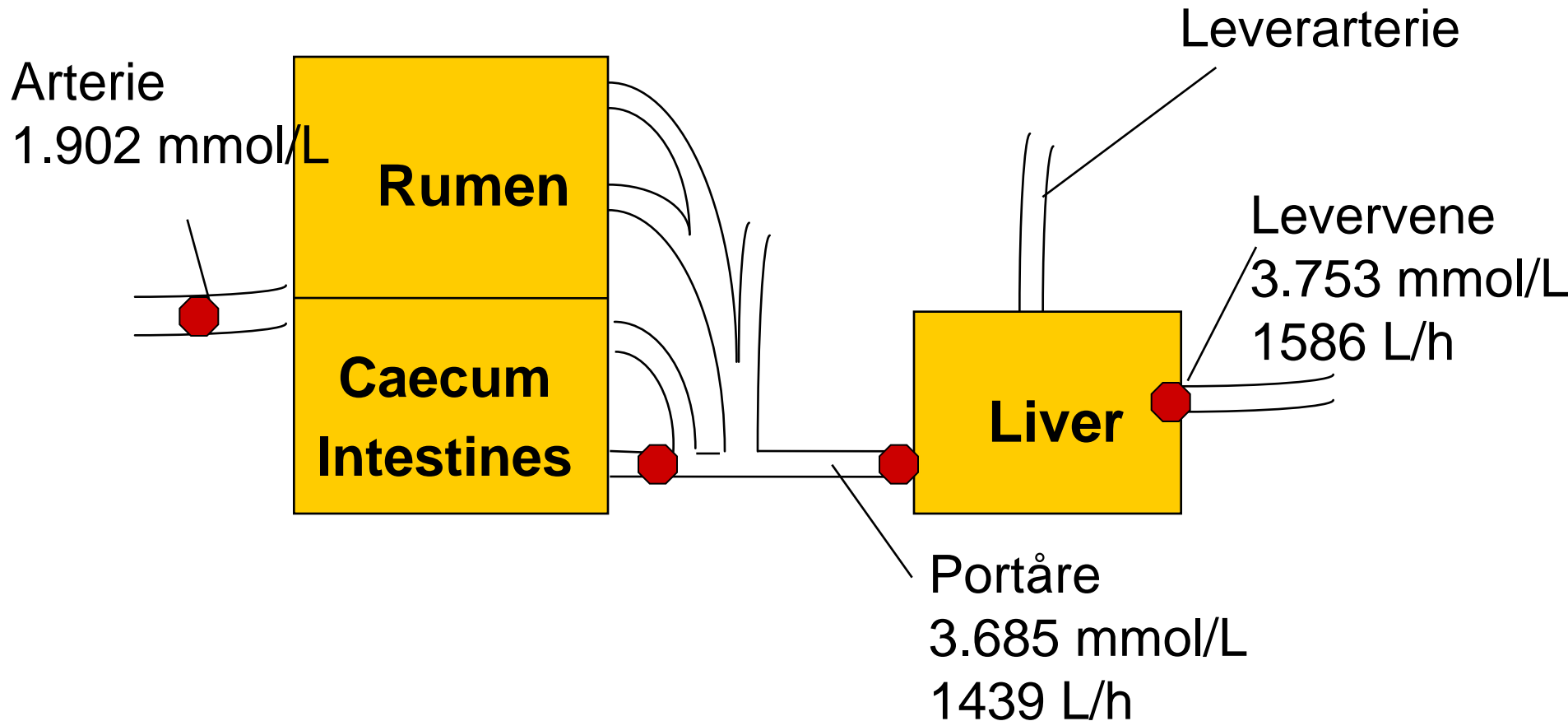
Netto absorption til portåren, mmol/h = $([\text{næringsstof}]_{\text{portåre}} - [\text{næringsstof}]_{\text{arterie}}) \cdot \text{blodflow i portåren, L/h}$

Netto frigivelse/forbrug fra mavetarm + lever, mmol/h = $([\text{næringsstof}]_{\text{levervene}} - [\text{næringsstof}]_{\text{arterie}}) \cdot \text{blodflow i levervene, L/h}$

Netto frigivelse/forbrug i lever, mmol/h = $[\text{netto frigivelse/forbrug fra mavetarm + lever}] - [\text{netto absorption til portåren}]$

Leverekstraktion, % = $\frac{- \text{netto forbrug i lever, mmol/h}}{\text{netto absorption til portåren, mmol/h}} \cdot 100$

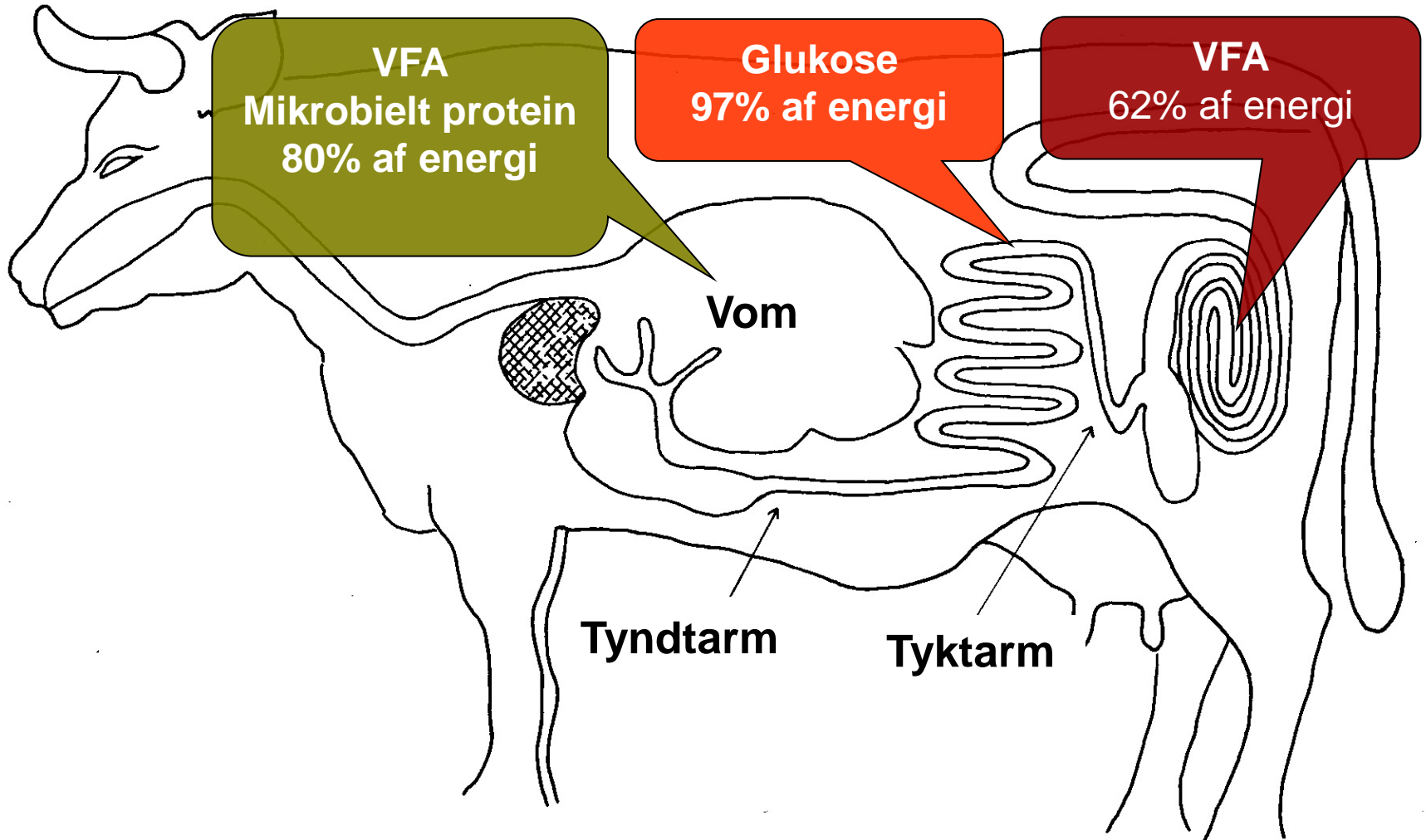
KATKETERMODEL - Eksempel med acetat



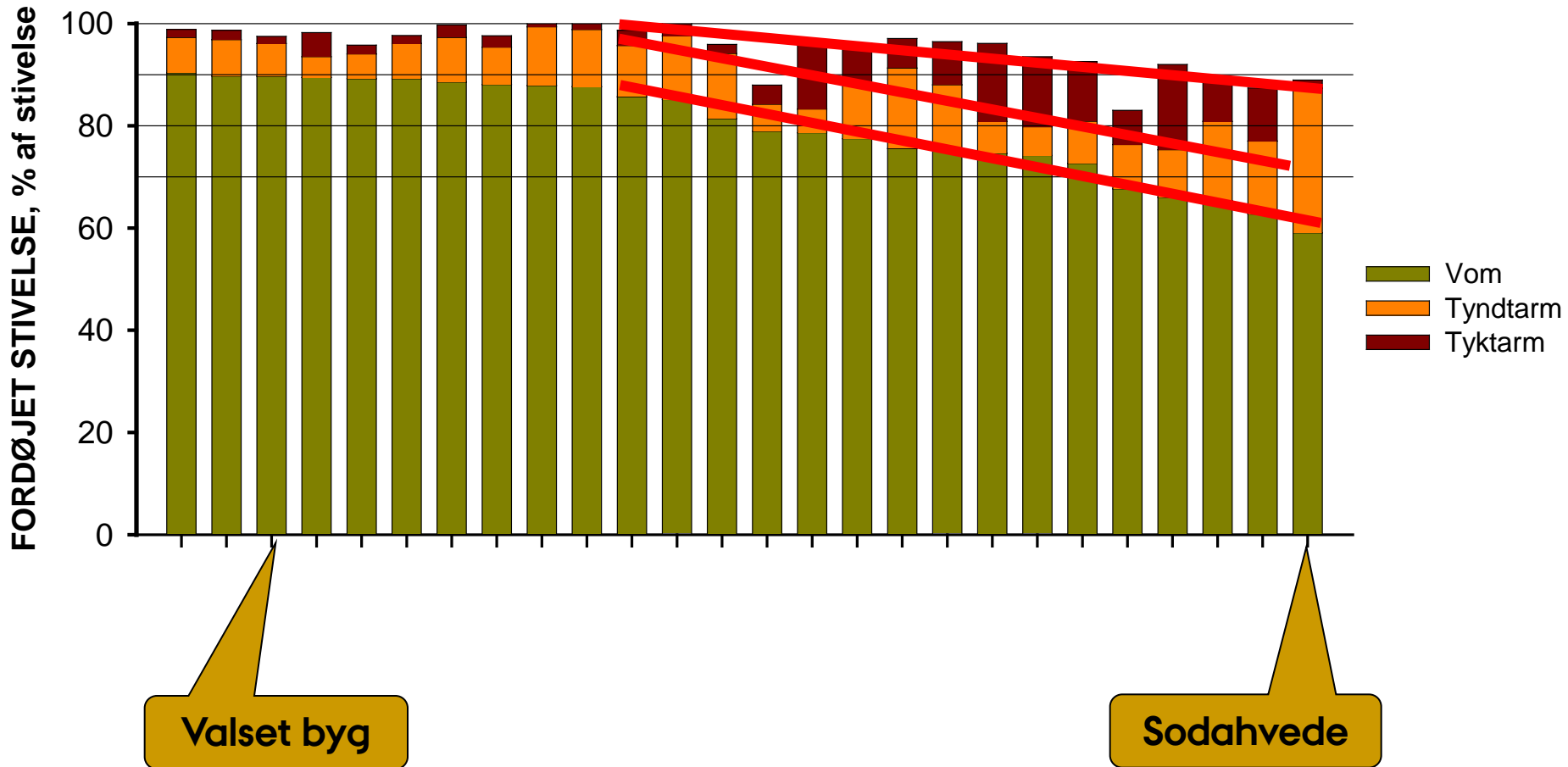
GLUKOSE – ABSORPTION OG LEVEROMSÆTNING



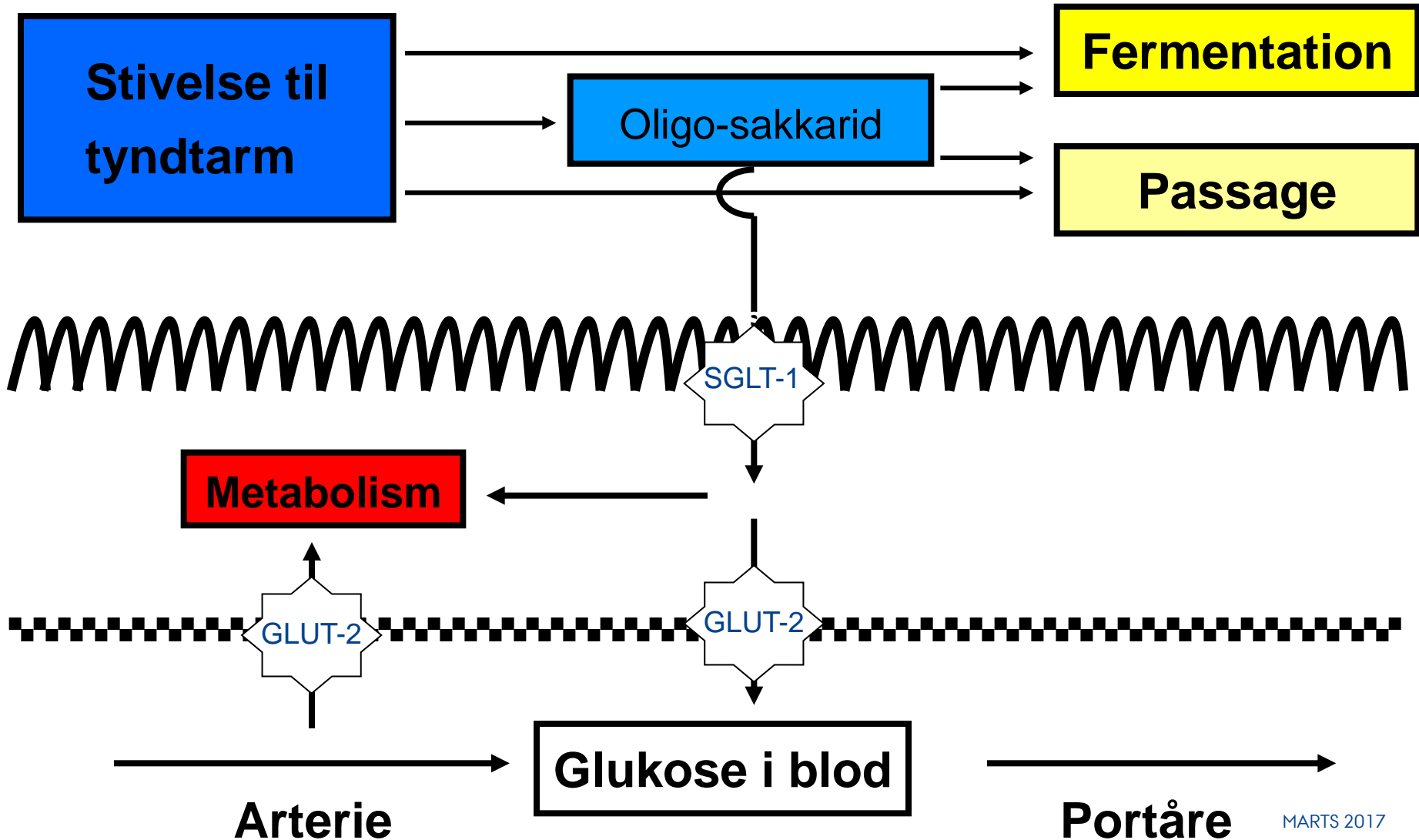
FORDØJELSE AF STIVELSE



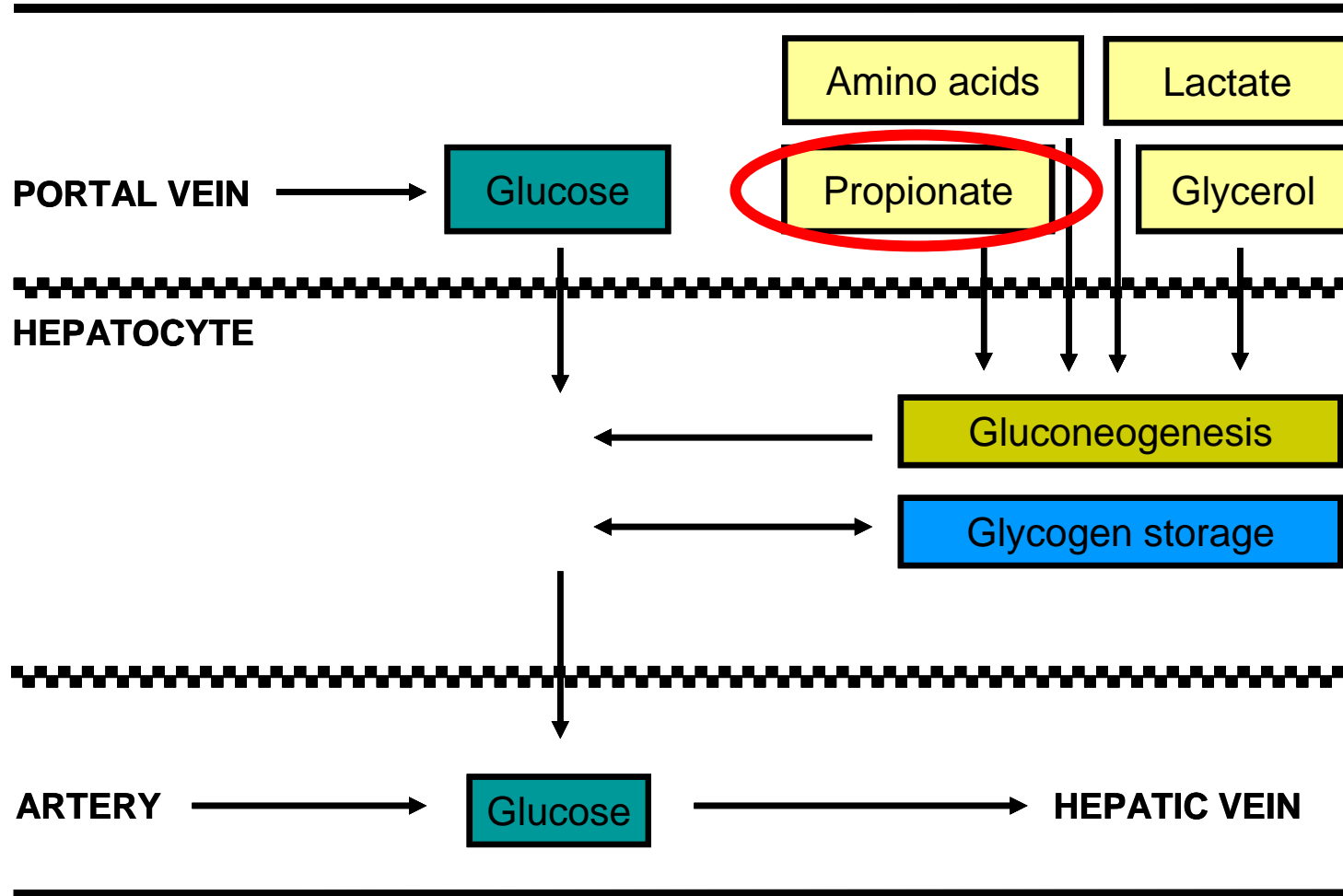
FORSKYDNING FRA VOM TIL TARM



TYNDDTARMSFORDØJELSE AF STIVELSE



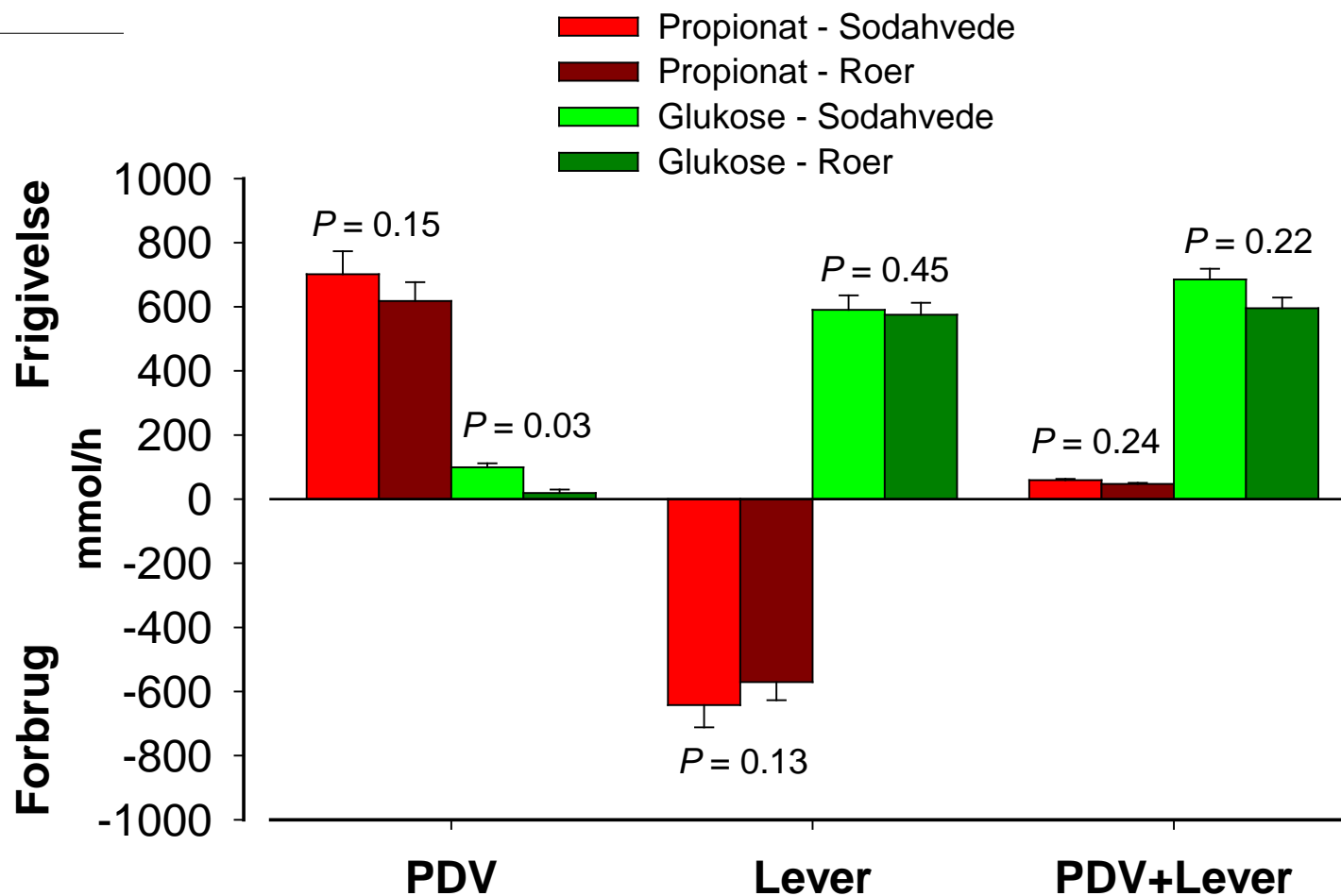
LEVERENS GLUKOSEOMSÆTNING



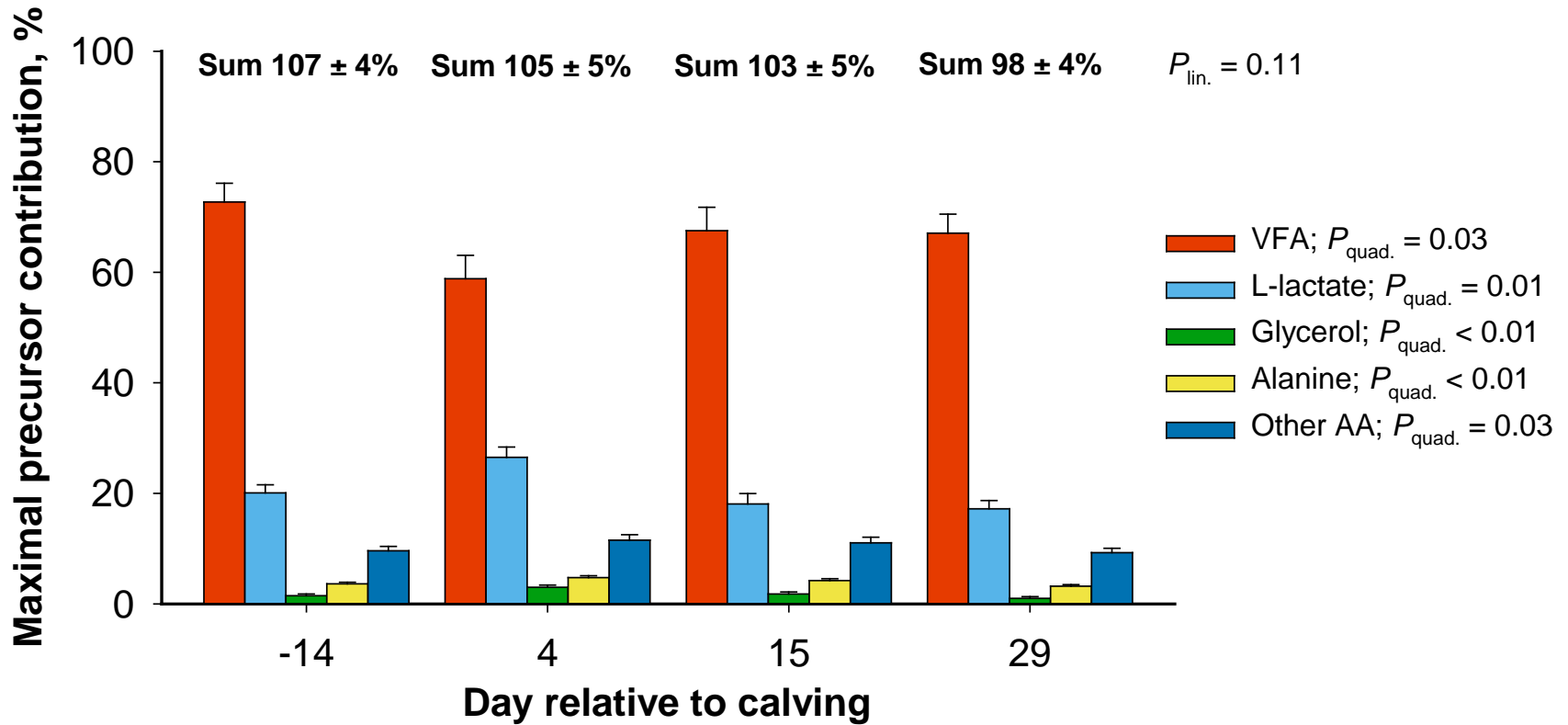
GLUKONEOGENESE

- › Produktion af glukose fra substrat (2 molekyler til 1 molekyle glukose)
- › Leverens glukoneogenese udgør ~85% af den samlede glukoseforsyning
- › Substrat
 - › Propionat (samt isobutyrat+valerat)
 - › Laktat (mælkesyre)
 - › Aminosyrer (undtagen Lysin og Leucin)
 - › Glycerol
 - › Andre
- › Leverceller kan ikke forbruge glukose til energi (mangler enzym)
 - › Smart når leveren skal forsyne med hovedparten af glukose

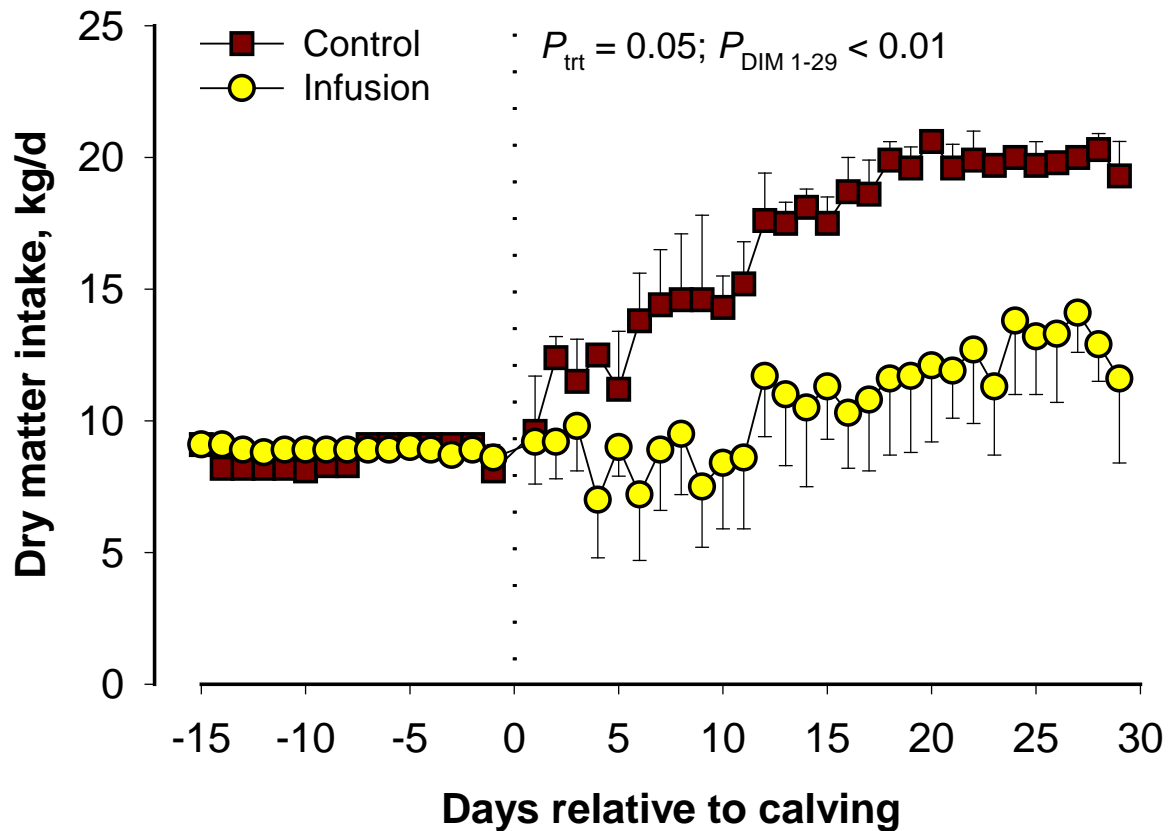
ABSORPTION OG OMSÆTNING AF PROPIONAT OG GLUKOSE



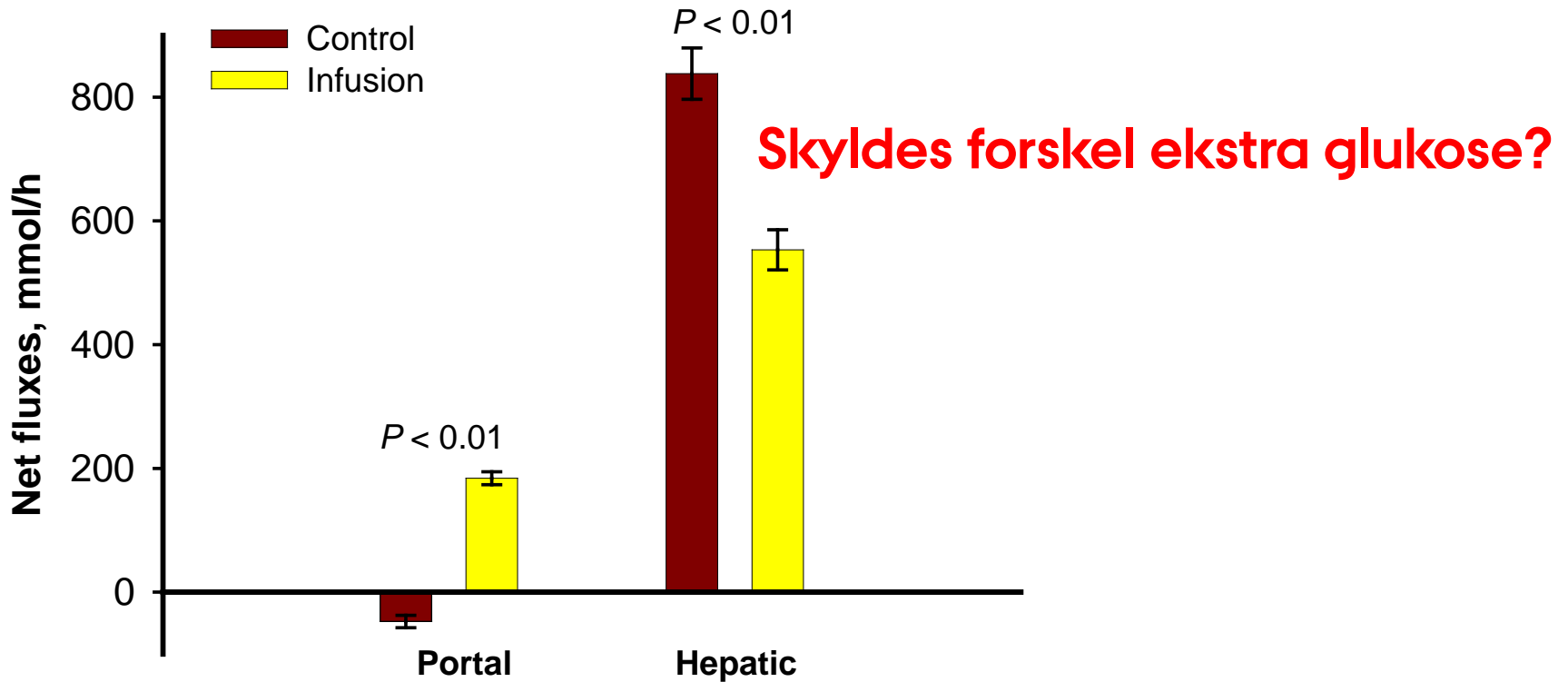
SUBSTRAT TIL LEVER GLUKONEOGENESE



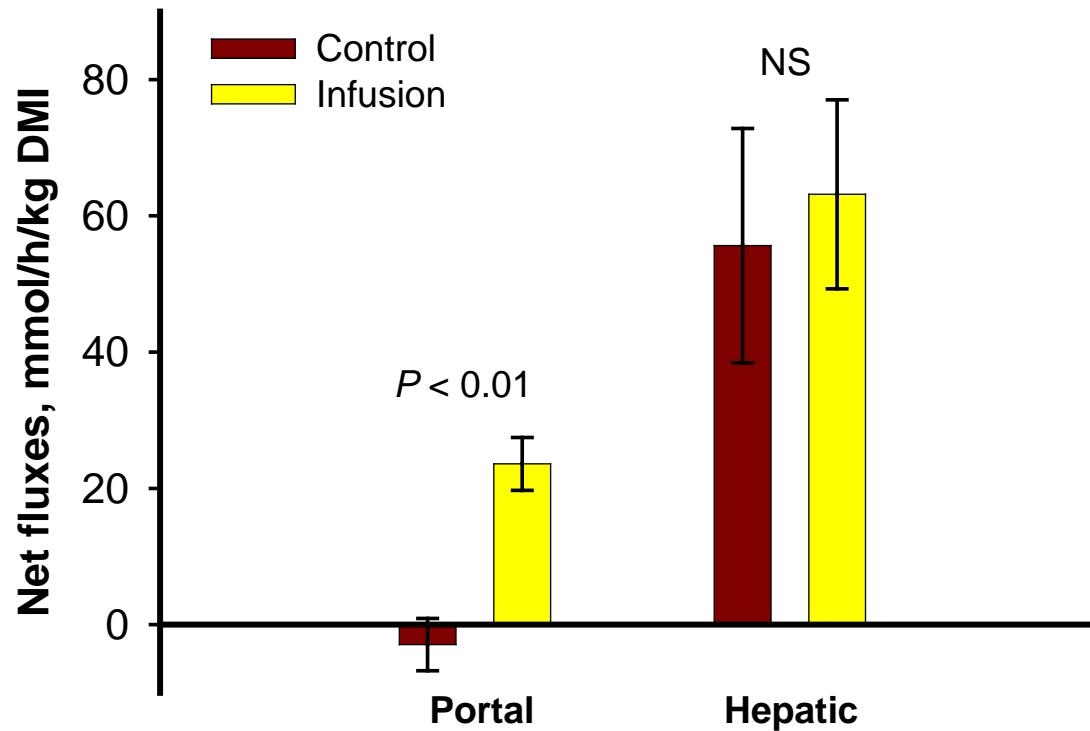
FORSØG MED INFUSION AF GLUKOSE TIL LØBEN



FORSØG MED INFUSION AF GLUKOSE TIL LØBEN



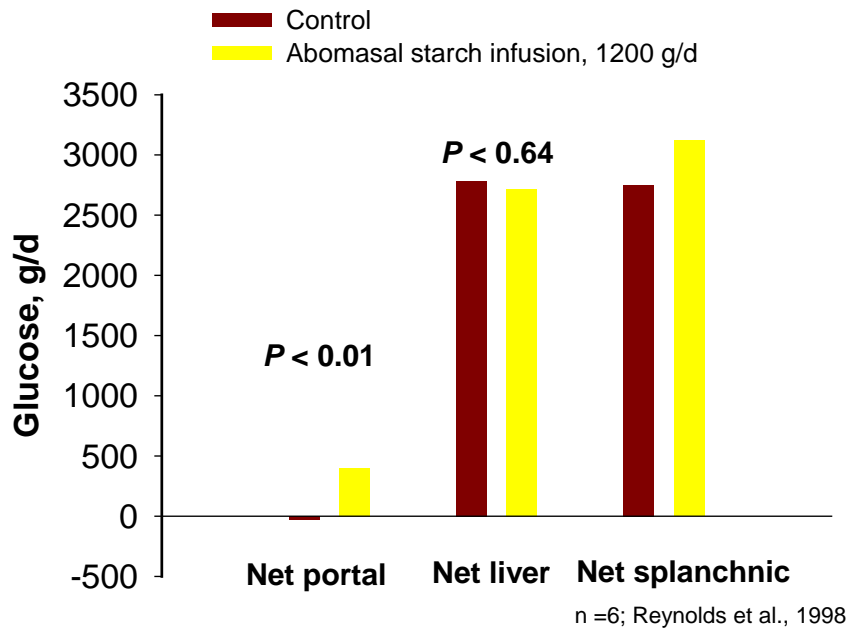
FORSØG MED INFUSION AF GLUKOSE TIL LØBEN



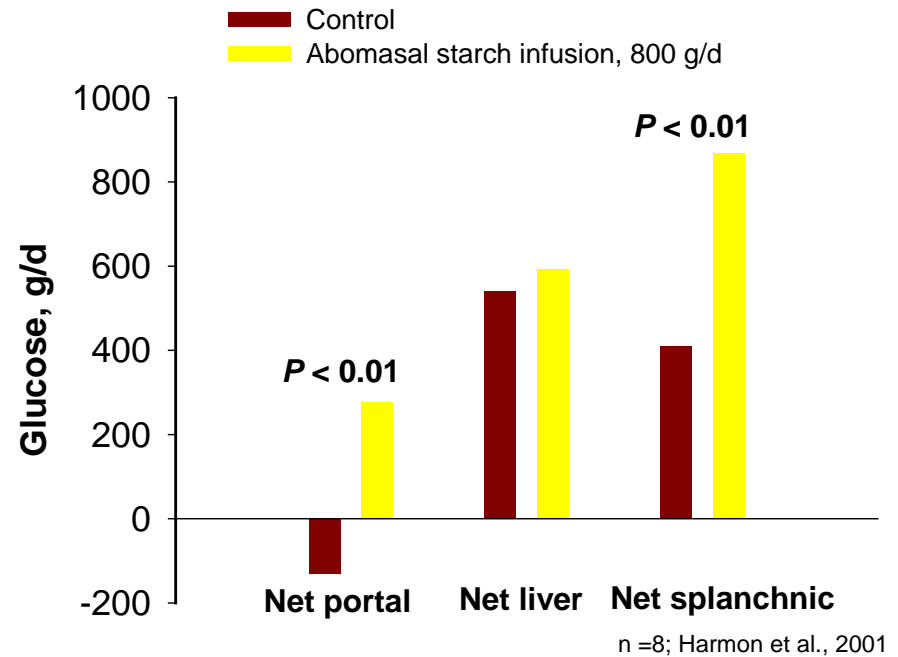
Lavere foderoptagelse betyder lavere propionat produktion
>>> reduceret glukoneogenese

FORSØG MED INFUSION AF STIVELSE TIL LØBEN

Lakterende malkekøer



Stude

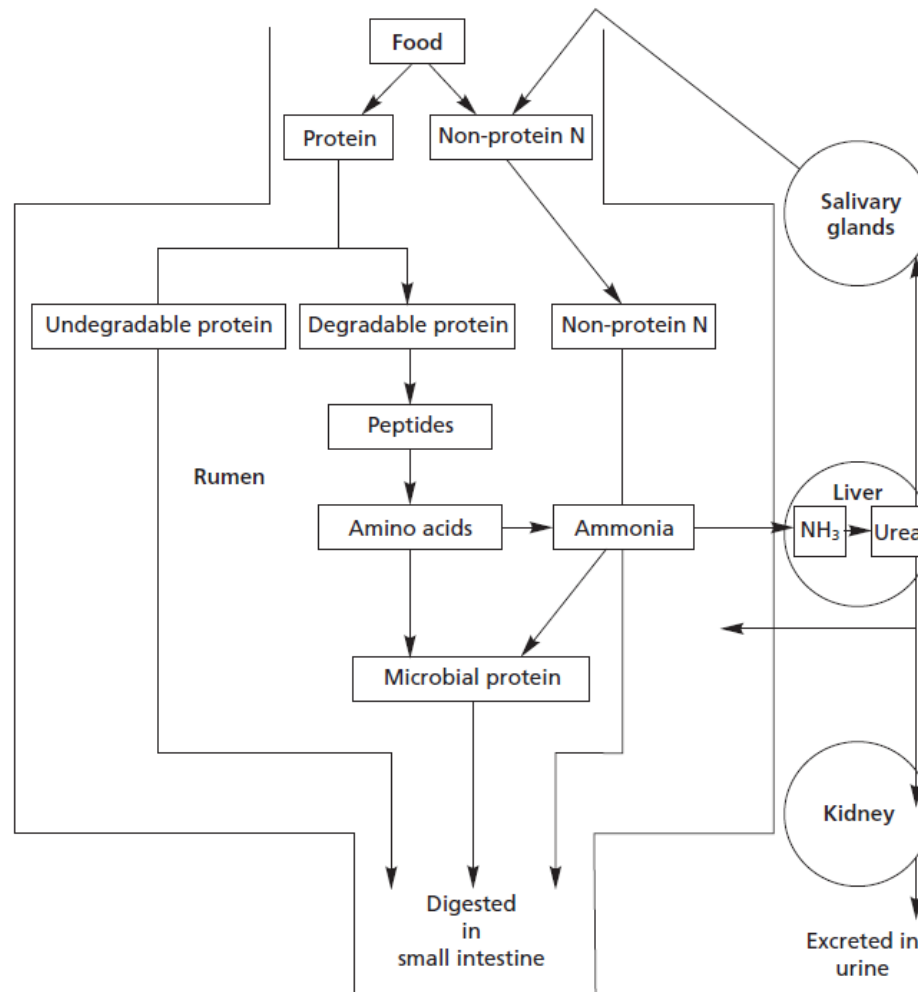


Absorberet glukose er effektivt overført til perifære væv

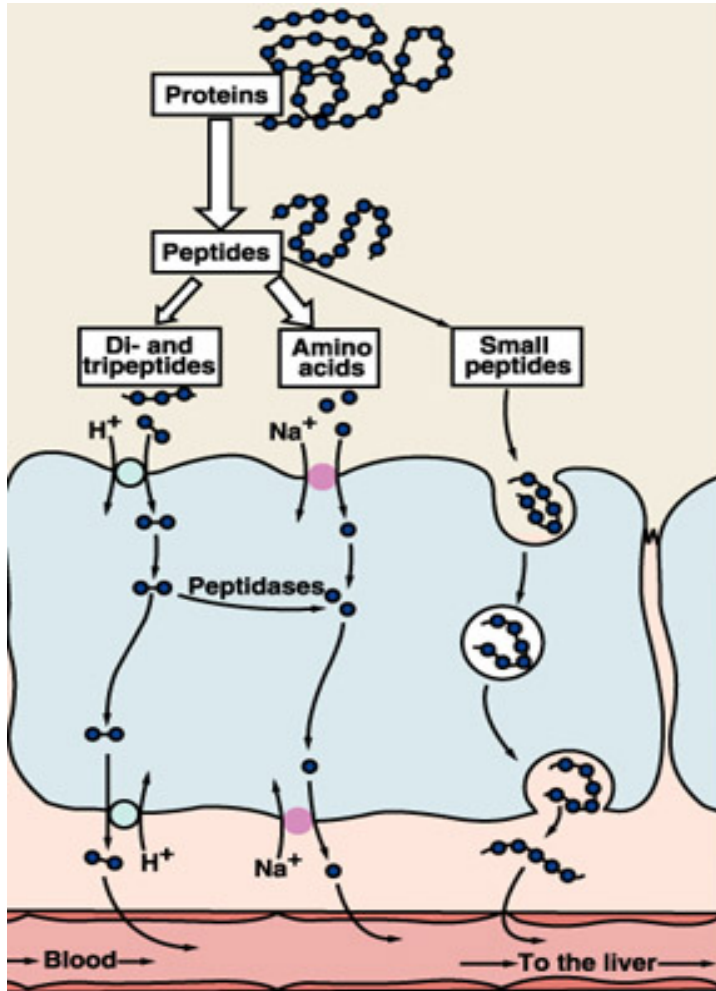
AMINOSYRER OG KVÆLSTOF – ABSORPTION OG LEVEROMSÆTNING



VOMMENS PROTEINOMSÆTNING



PROTEIN FORDØJELSE OG ABSORPTION



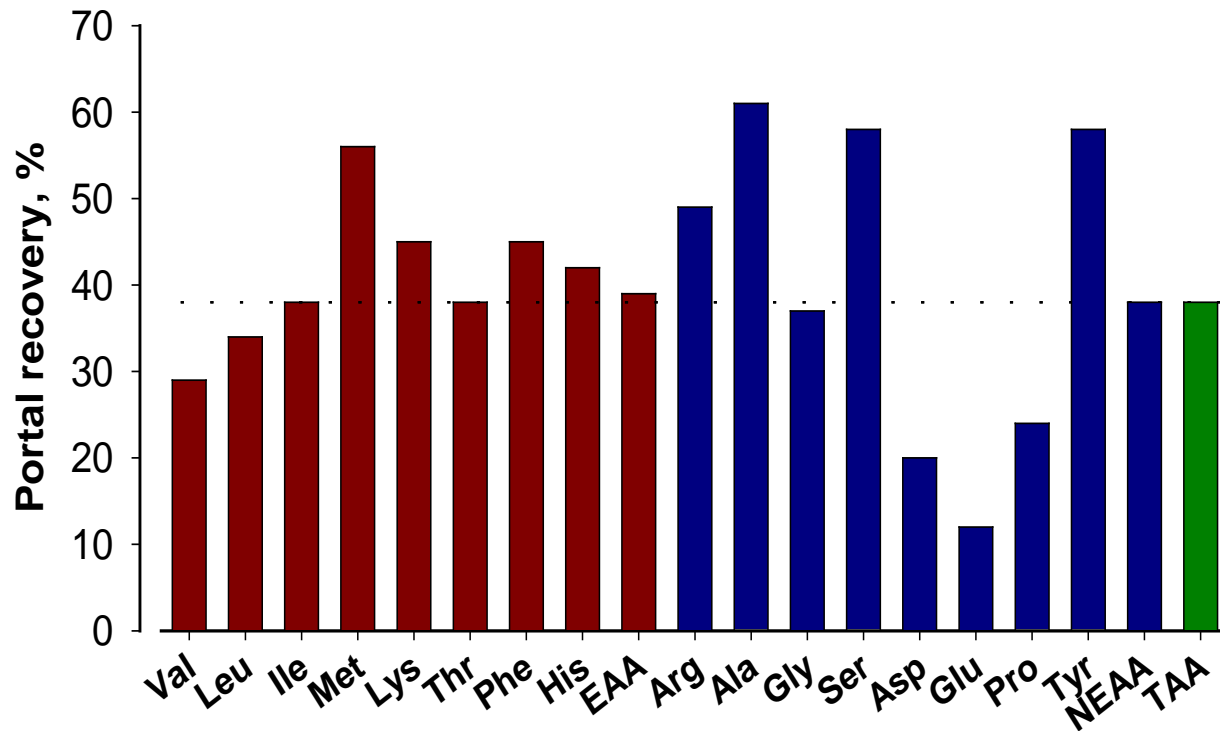
Til enterocyt:

- > 15% absorberet som AA
- > 85% absorberet som peptid

Til blod:

- > 85% absorberet som AA
- > 15% absorberet som peptid

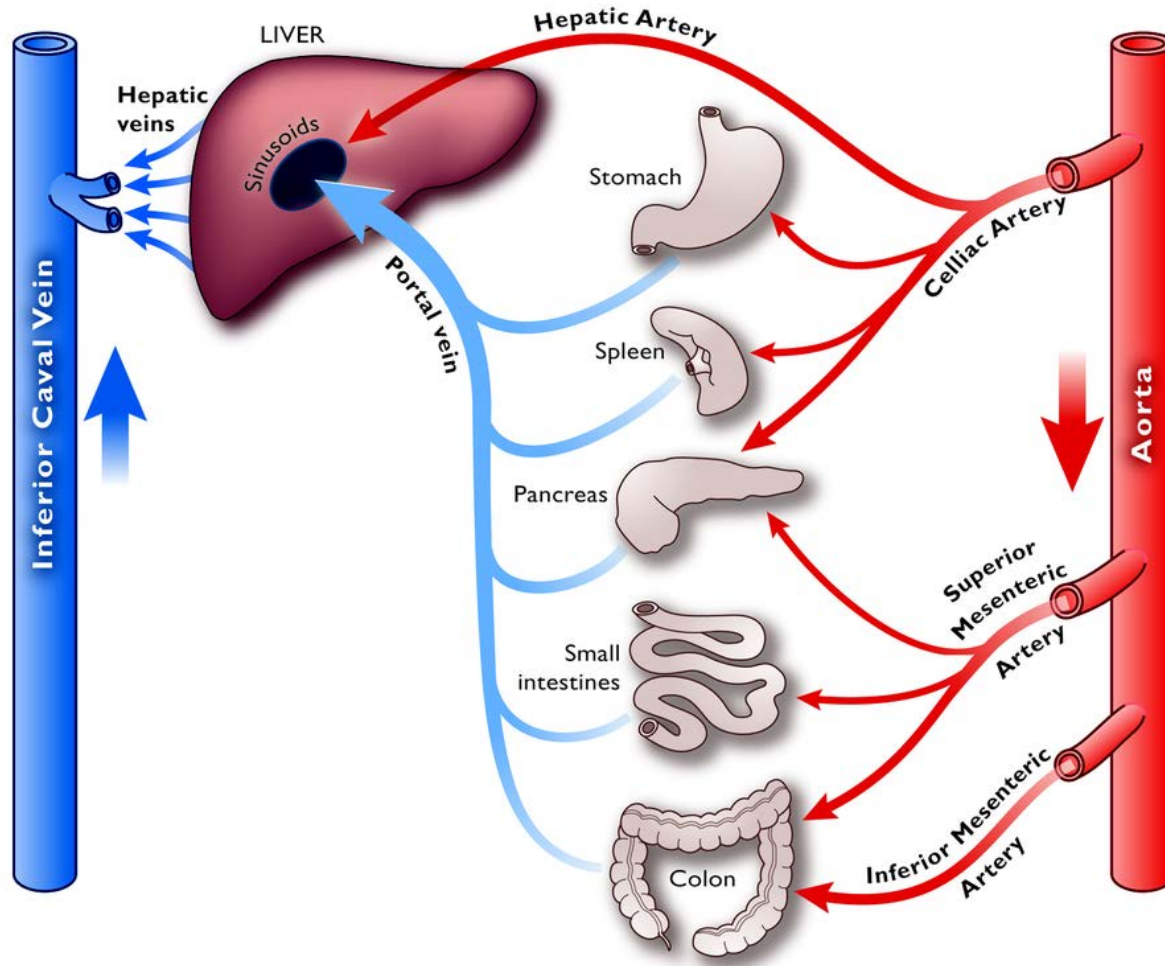
GENFINDING I PORTÅREN AF AMINOSYRER FORSVUNDET FRA TARMEN



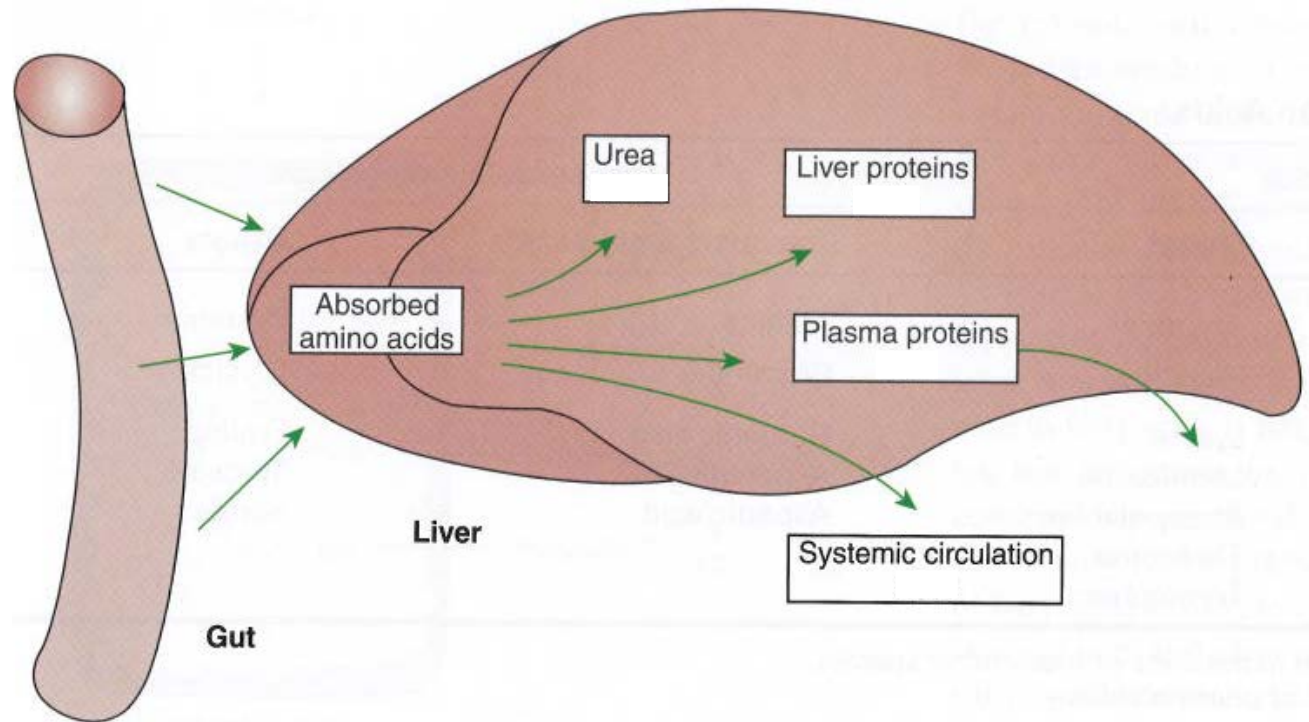
Reynolds, 2006

- > Omkring 40 % af total aminosyrer der forsvinder fra tarmen genfindes i portåren
- > Især Gln/Glu og Asn/Asp bliver forbrugt til energi i tarmvævet

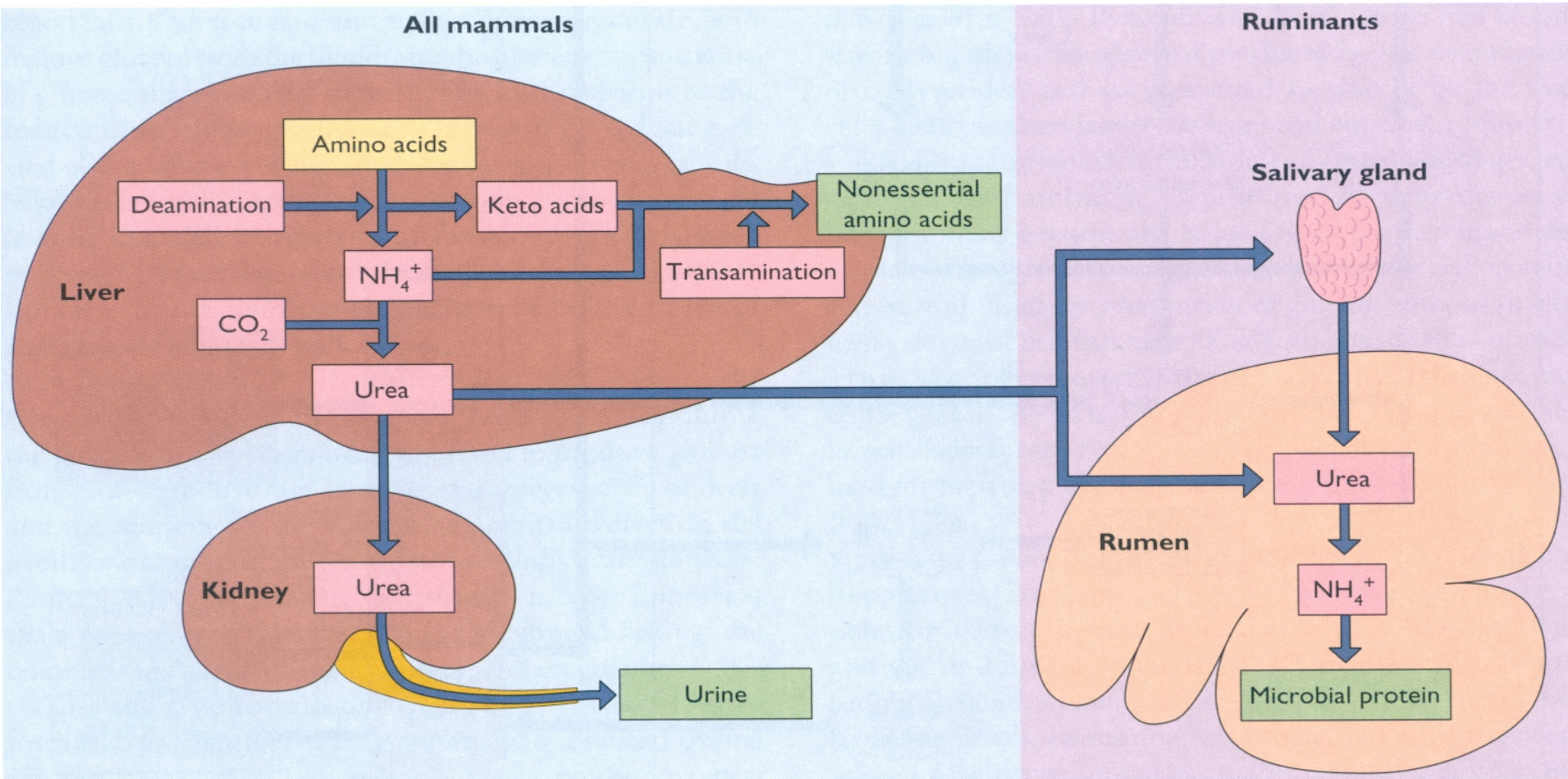
ANATOMI



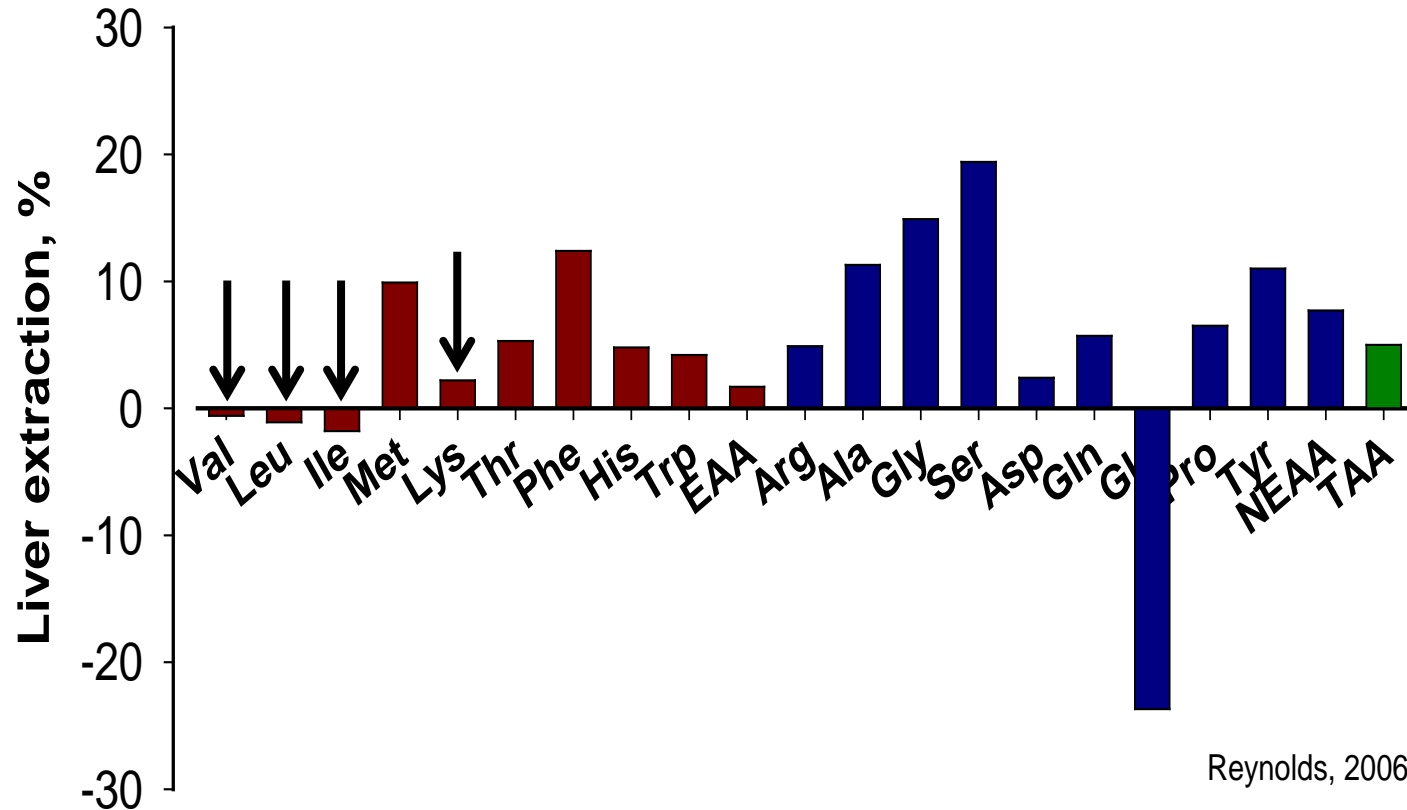
AMINOSYREOMSÆTNING I LEVER



AMINOSYREOMSÆTNING I LEVER

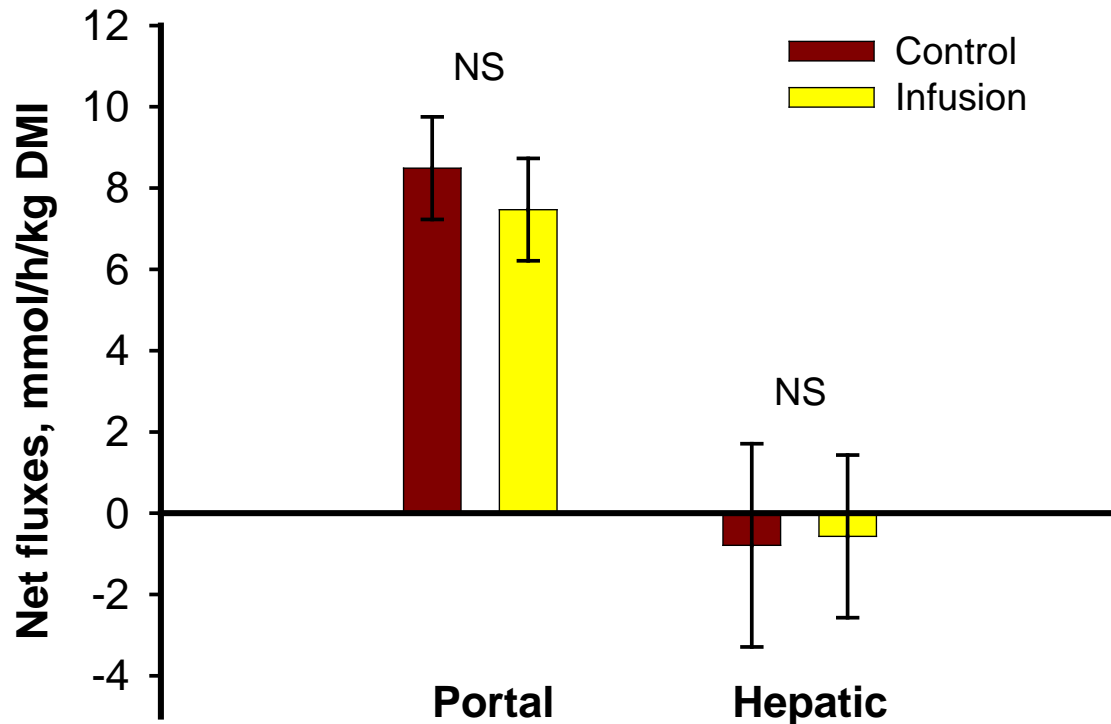


LEVERFORBRUG AF AMINOSYRER



> Forsøg tyder på at leverforbruget udgør en forholdsvis konstant andel af forsyningen

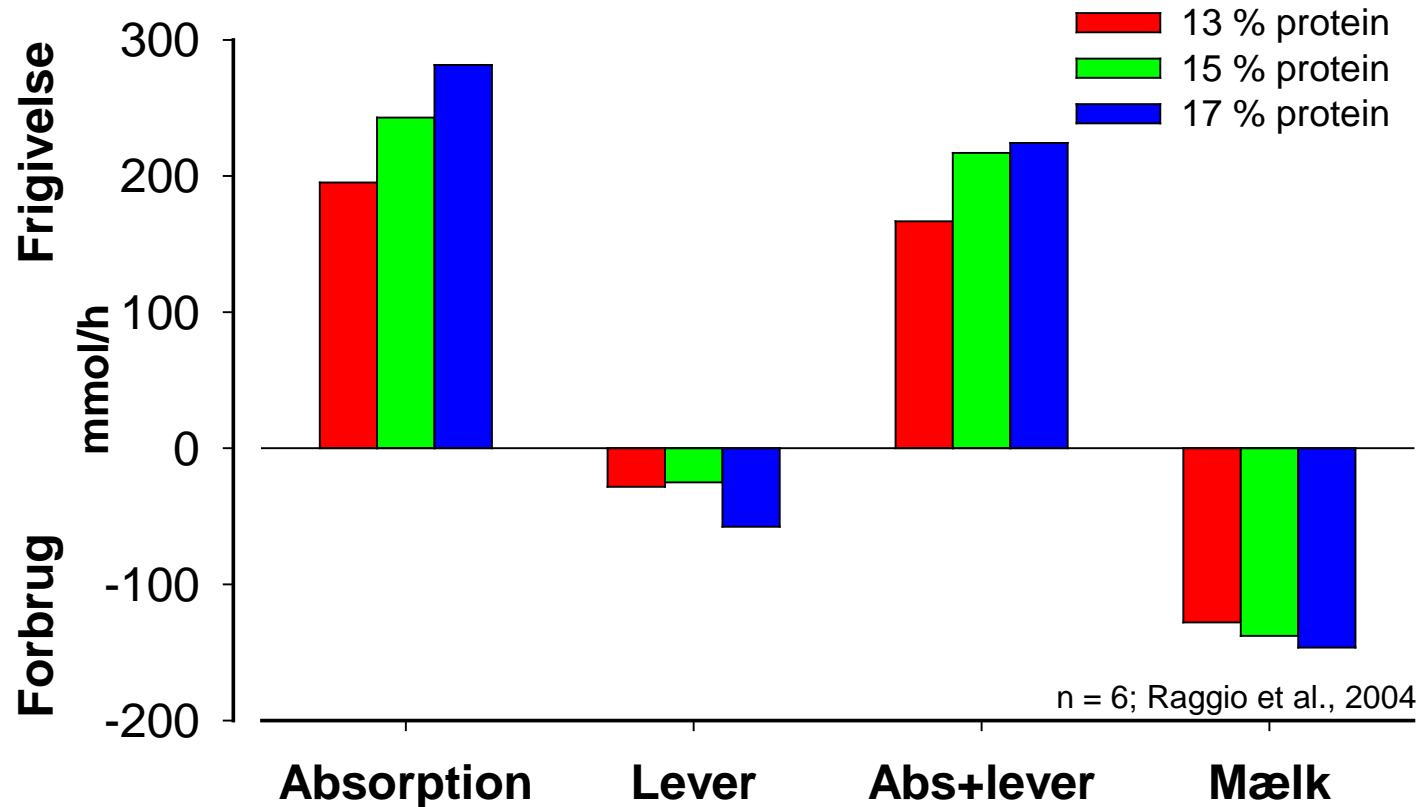
KAN VI PÅVIRKE FORBRUGET AF AMINOSYRER?



- > Øget forsyning med glukose til tyndtarm ændrede ikke på forbruget aminosyrer i tarm eller lever

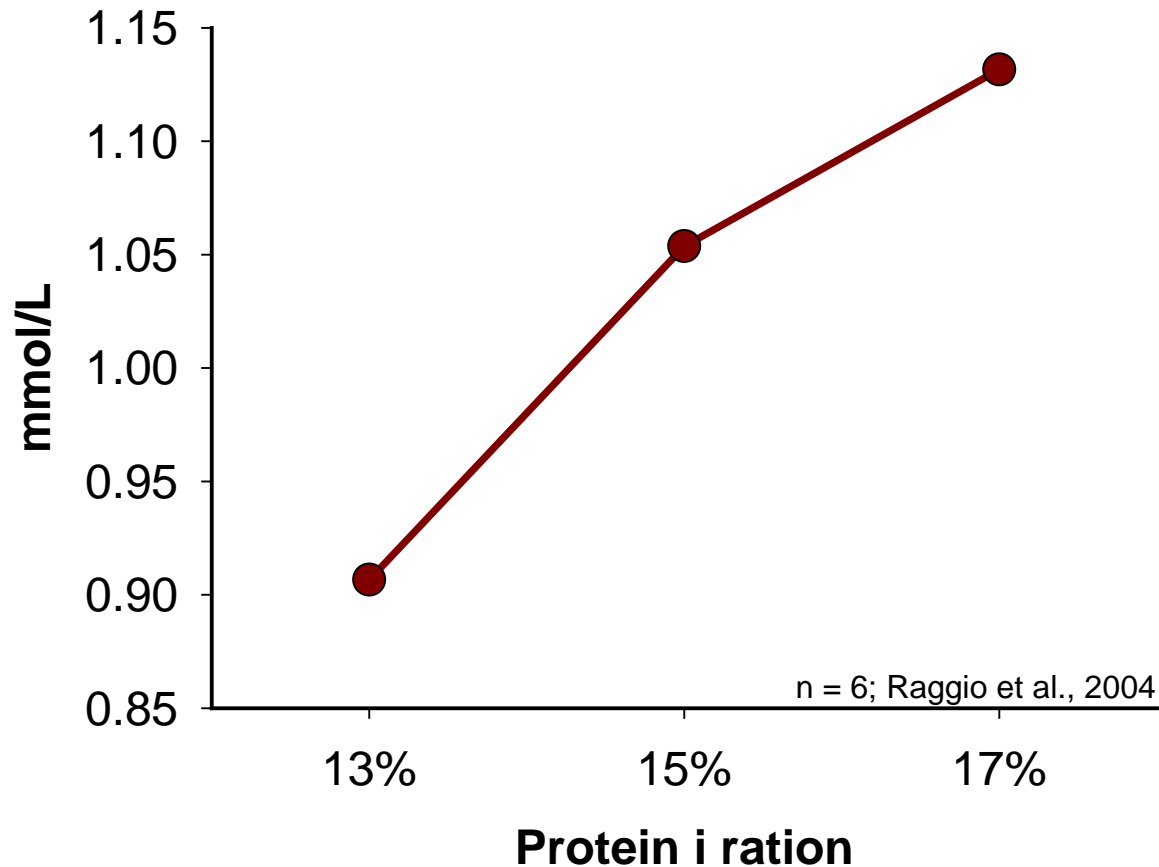
FORBRUG AF AMINOSYRER I LEVEREN FORSØG MED STIGENDE PROTEIN (SOYPASS)

Essentielle aminosyrer



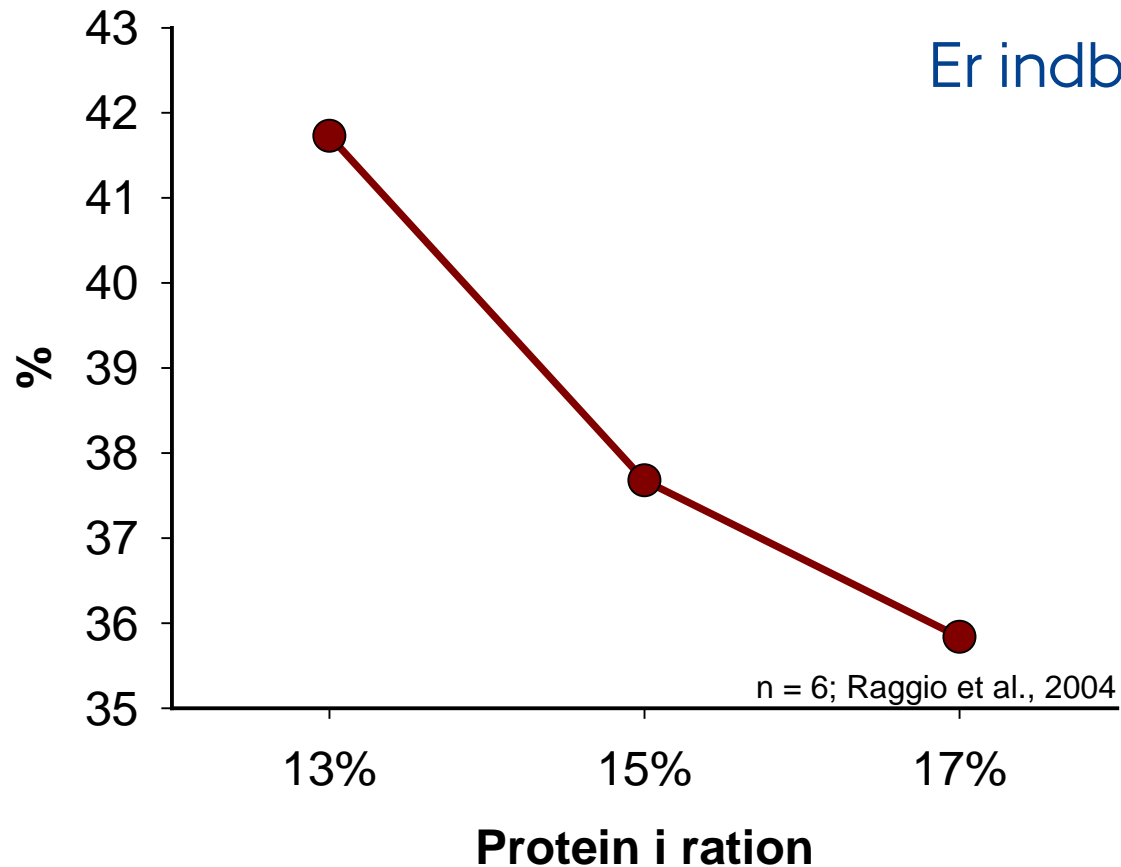
STIGENDE KONCENTRATION GIVER FLERE AA DER PASSERER LEVEREN

Arteriel koncentration af essentielle aminosyrer



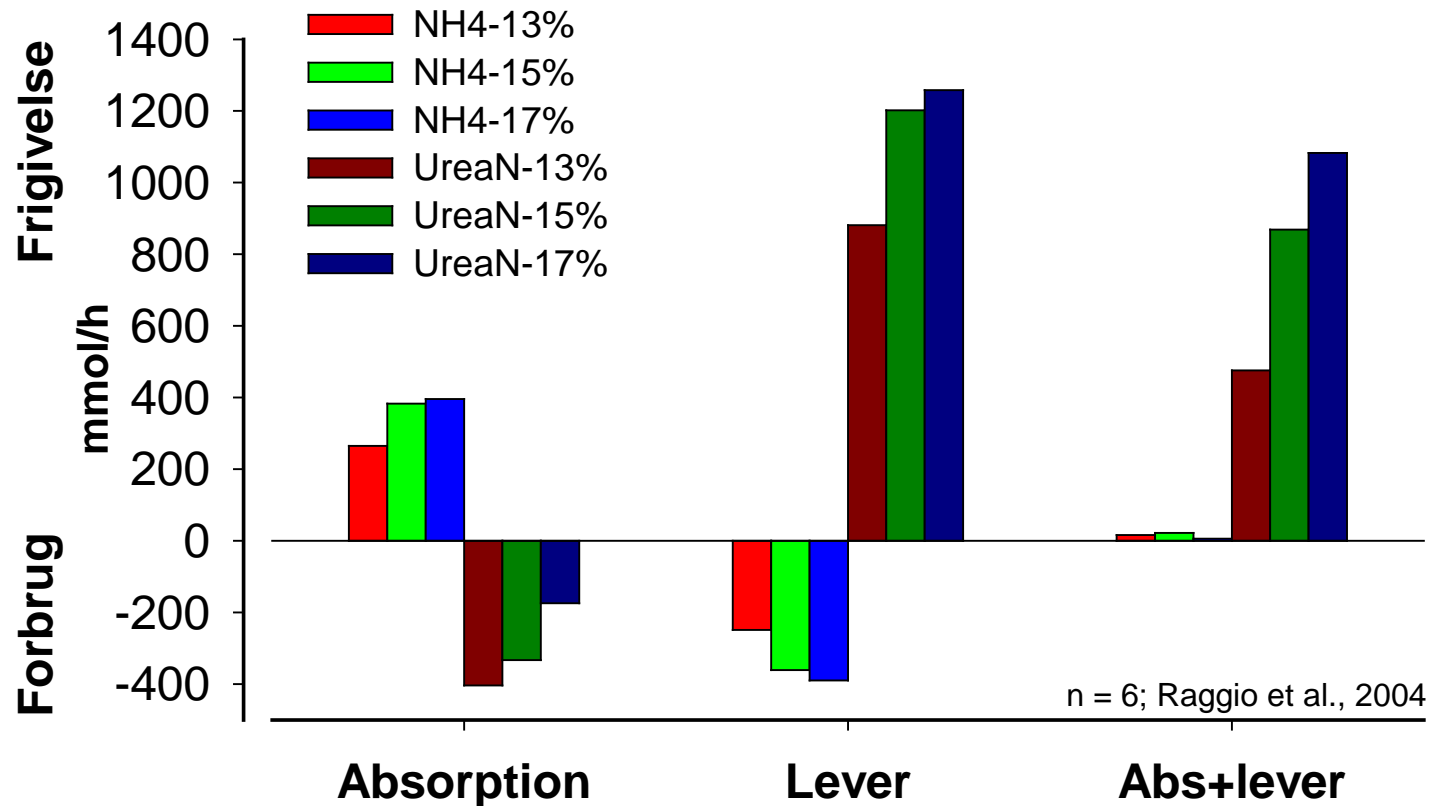
LAVERE MARGINAL UDNYTTELSE AF AAT

Udnyttelse af AAT til mælkeprotein



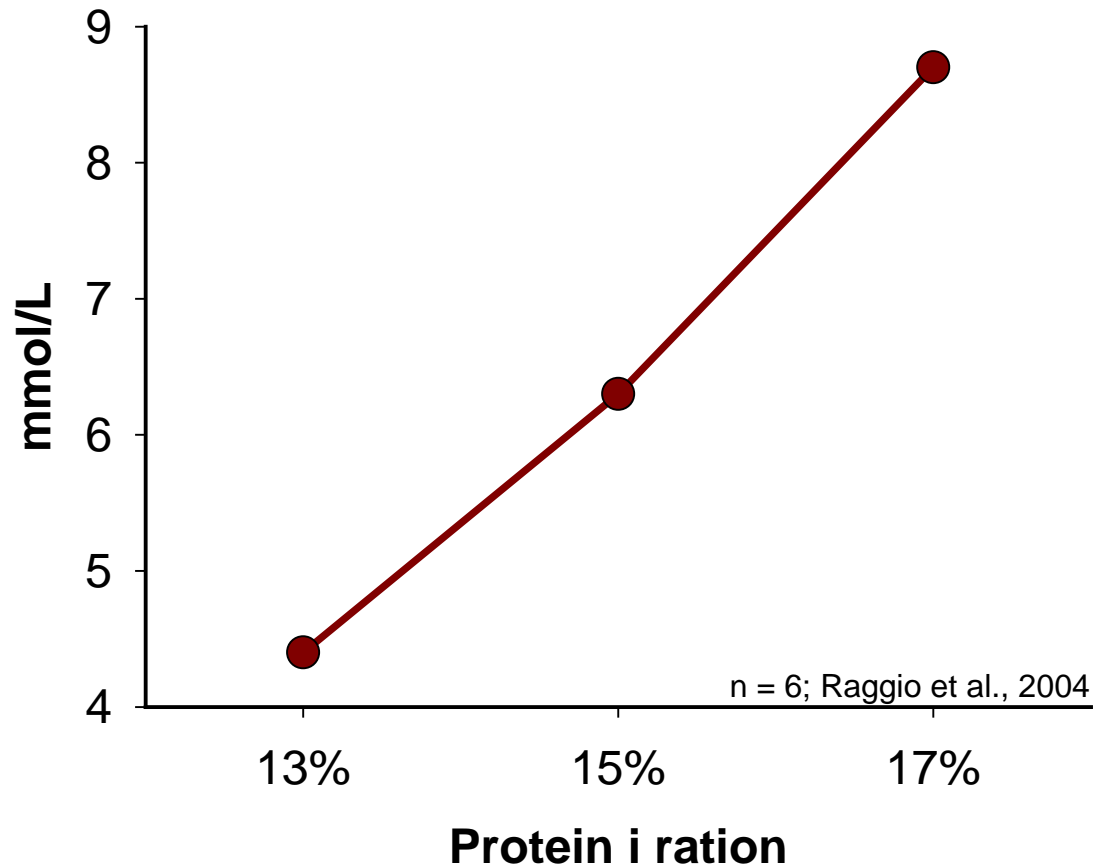
KVÆLSTOFOMSÆTNING

Ammonium og urea omsætning



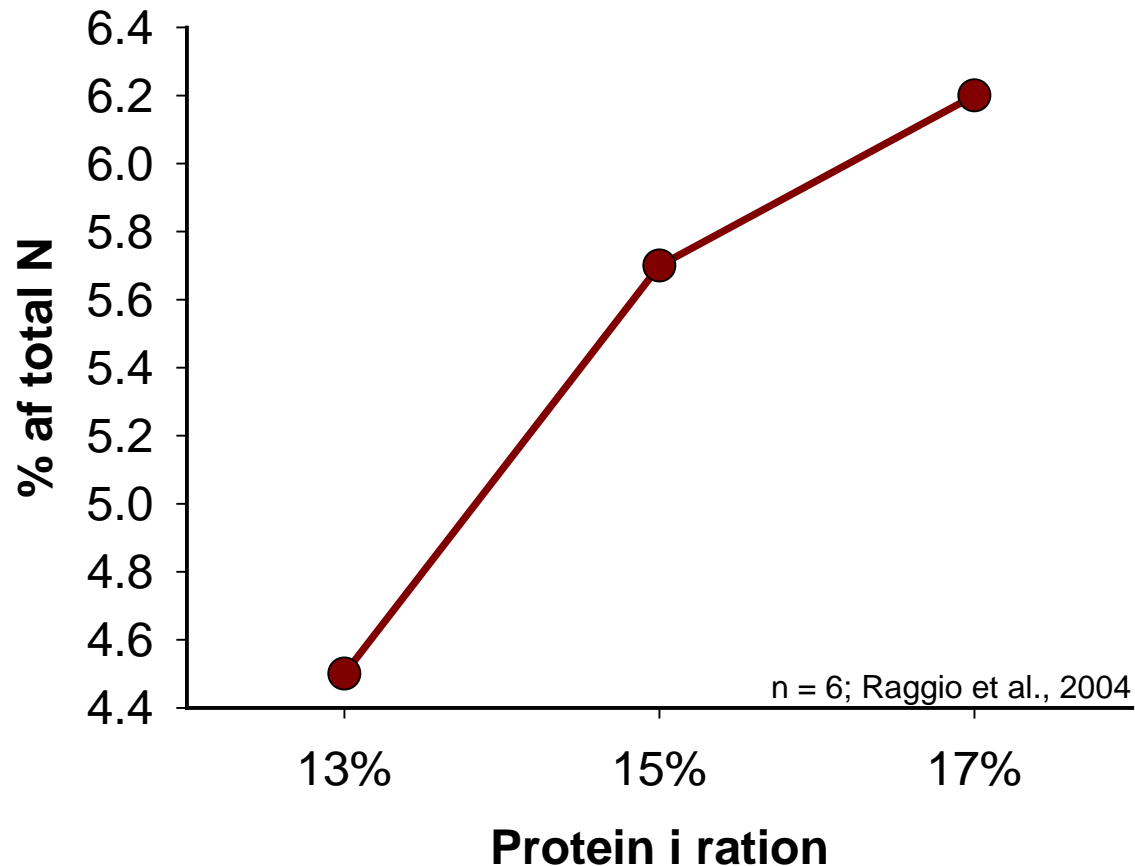
STØRRE FRIGIVELSE AF UREA FRA LEVER GIVER HØJERE NIVEAU I BLOD

Arteriel koncentration af urea-N



SOM VIL AFSPEJLES I UREA I MÆLK (UREA ER EN DEL AF NPN)

Non-protein N i mælk



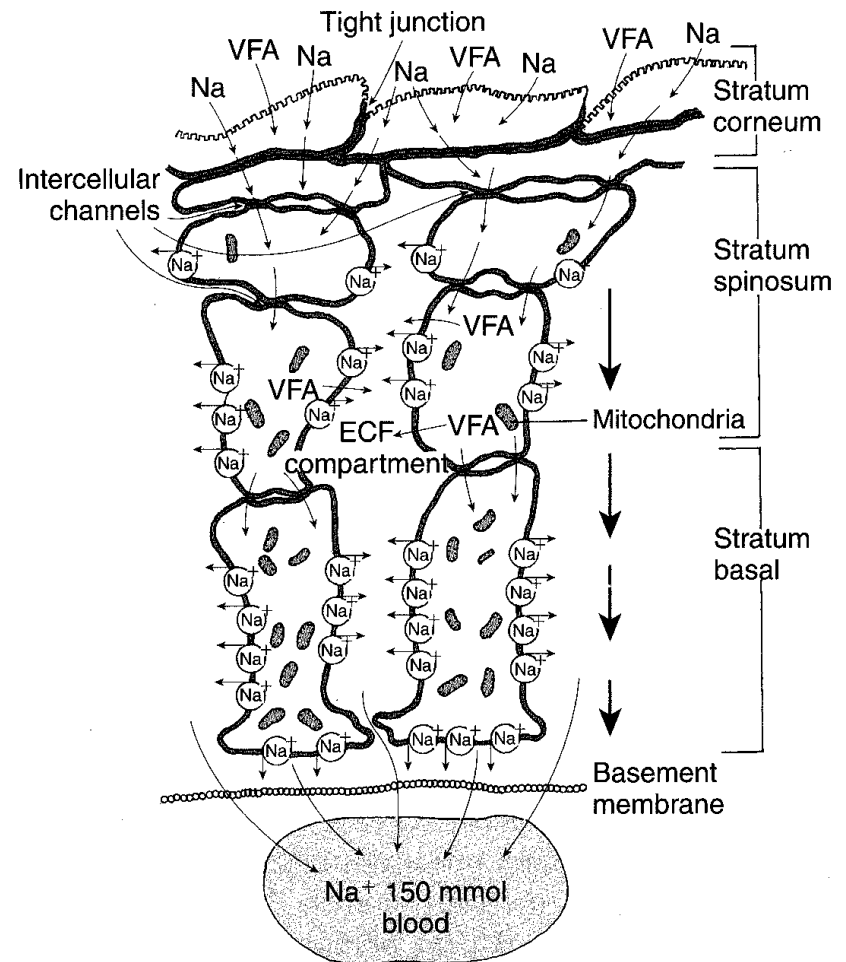
RECIRKULERING AF UREA TIL VOMMEN

- › Forsøg hvor proteintildeling blev øget gennem infusion af 800 g/d kasein til løben
- › Således udelukkes øget absorption af ammonium fra større nedbrydning af foderprotein

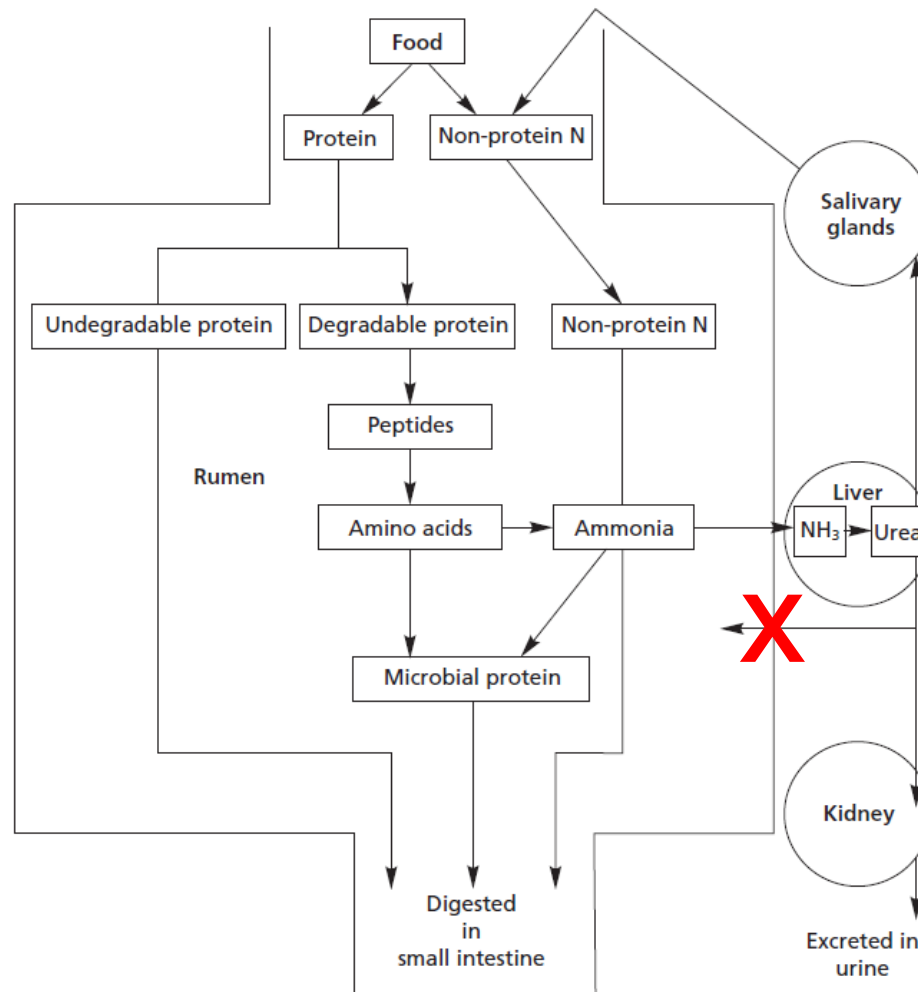
	Kontrol, 14%	Kasein inf., 18%	SE	P
TS optagelse, kg/d	19.6	19.5	0.7	0.83
Mælkeydelse, kd/d	33.9	37.6	1.1	0.02
Arteriel urea-N, mmol/L	4.9	9.6	0.55	<0.01
Urea-N forbrug over mavearm, mmol/h	-466	-574	49	<0.01
NH ₄ -N absorption til portåren, mmol/h	467	588	39	<0.01
NH ₄ i vom, mmol/L	3.87	5.00	0.46	0.10
			n = 5; Røjen et al., 2013	

RECIRKULERING AF UREA TIL VOMMEN

- > Nyere forsøg sandsynliggør at en netto recirkulering af urea over vomvæggen er begrænset
- > Teori: Mikrober i vomepitel nedbryder "recirkuleret" urea til ammonium som så absorberes til blod igen
- > Recirkulering af urea gennem spyt er formentlig den eneste betydende

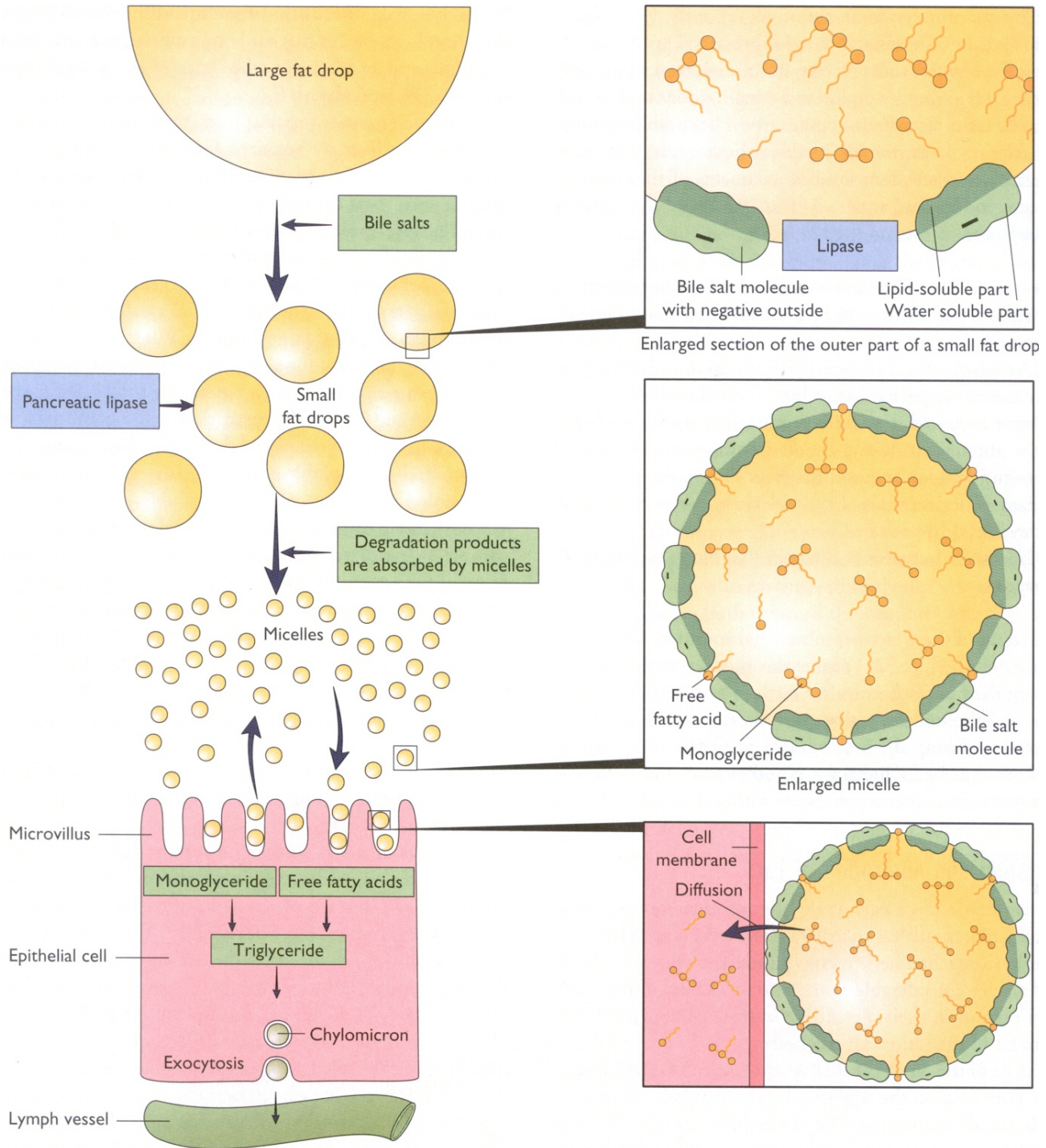


VOMMENS PROTEINOMSÆTNING

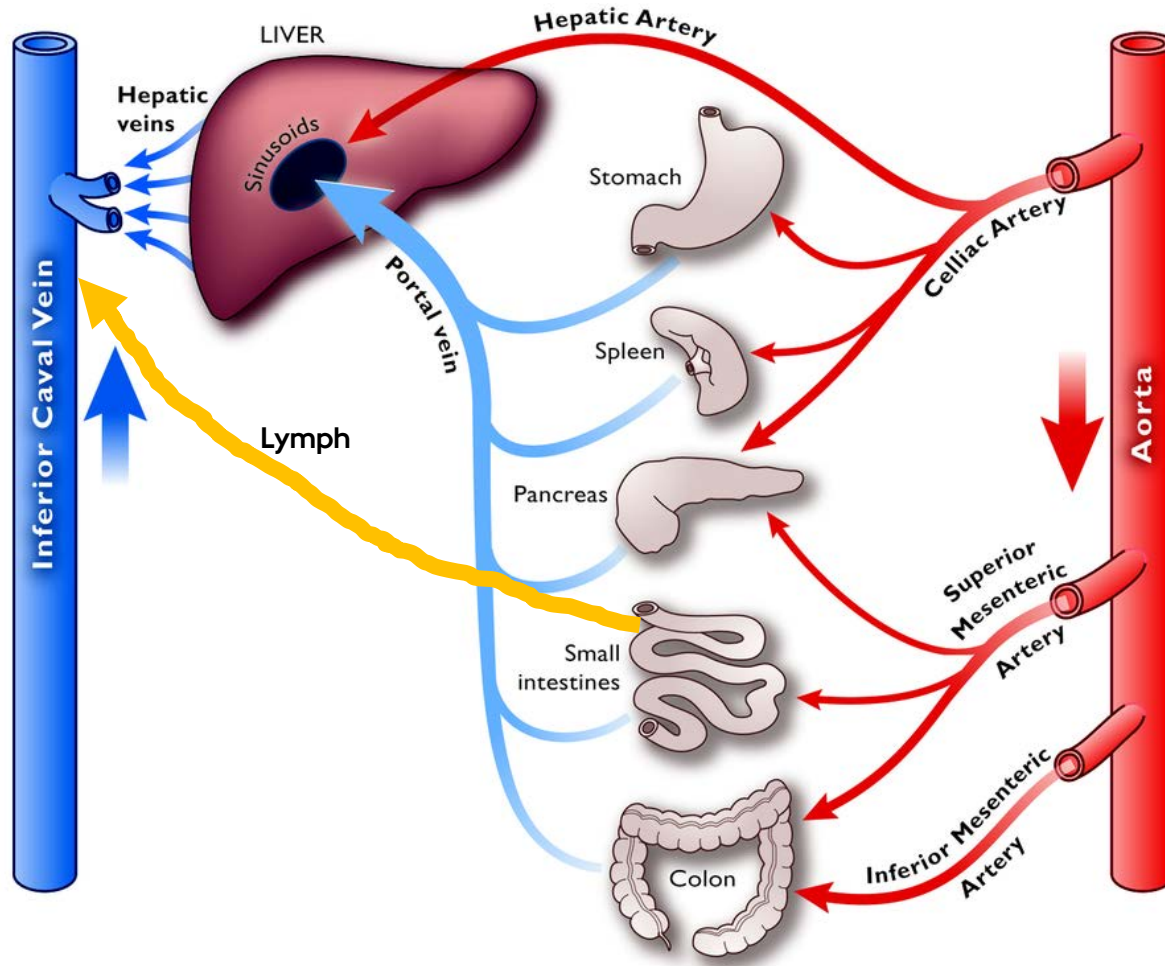


LANGKÆDEDE FEDTSYRER – ABSORPTION OG LEVEROMSÆTNING





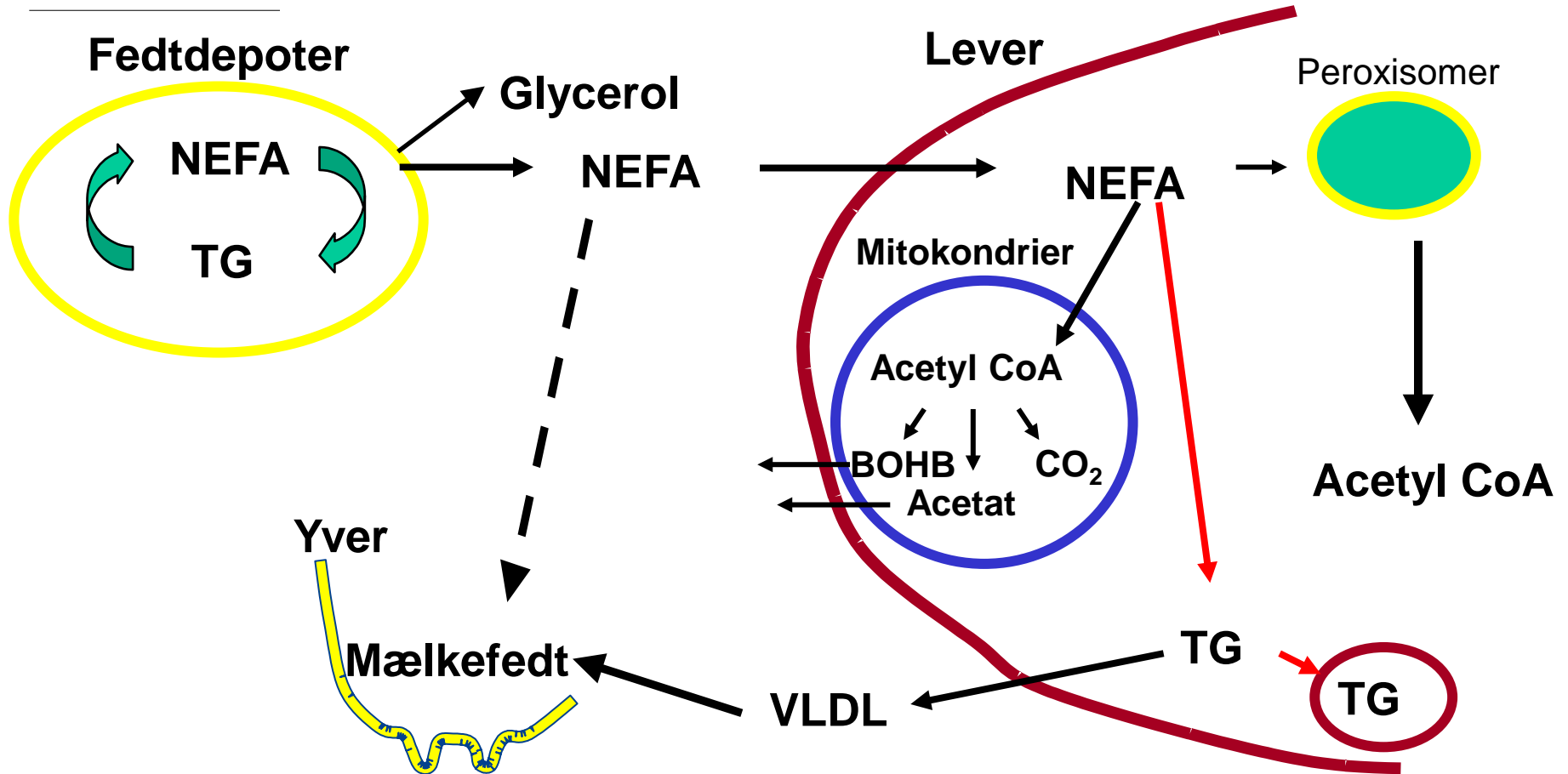
ANATOMI



ABSORPTION

- › Meget begrænset absorption af langkædede frie fedtsyrer til blod (hydrofobe)
- › Absorberes som chylomikroner til lymfen
- › Chylomikroner optages i yveret og udskilles som mælkefedt
- › Ved mobilisering ses øget indhold af langkædede frie fedtsyrer i portåreblodet, men det kommer fra mobilisering af fedt i bughulen

FEDTOMSÆTNING I LEVEREN



LEVEROMSÆTNING

- › Leverceller hos drøvtyggere producerer ikke langkædede fedtsyrer
- › Leverceller hos drøvtyggere optager ikke triglycerider men frie langkædede fedtsyrer
- › Leverceller omdanner frie langkædede fedtsyrer (hydrofob) til ketonstoffer, primært BOHB, som er vandopløseligt (hydrofil)
- › Ketonstofferne bruges til energi i perifære væv