



## Allmänna mål

Att genom en kort introduktionskurs om människokroppens anatomi och organens/organsystemens grundläggande funktion(er) bibringa de studerande de basala kunskaper som krävs för att på ett tillfredsställande sätt kunna tillgodogöra sig den fortsatta undervisningen inom området 'Den friska människan'.

## Specifika mål

**Kommentarer:** De detaljerade lärandemålen som finns angivna på de följande sidorna avseende kunskaper och förståelse, är nivåindelade enligt SOLO-taxonomin: I mål som du skall **kunna redogöra för/beskriva (S2)** och andra mål som du skall **känna till/identifiera (S1)**. Med **kunna** avses en mera sammansatt (detaljerad/ exakt) kunskap och med **känna till** en enklare form av kunskap som snarare avser principer än detaljer. OBS - **känna till** skall dock ej tolkas såsom att det är mindre viktigt utan att detaljnivån på lärandemålen är på en enkel SOLO-nivå. Med **analysera/relatera/förstå** avses en högre SOLO-nivå (S3 eller S4).

## NOMENKLATUR

*Kunskaper och förståelse*

Studenten ska:

- Känna till grundläggande anatomiska begrepp och lägesangivelser (S1-2).

## CIRKULATION

*Kunskaper och förståelse*

Studenten ska:

- Kunna redogöra för principerna för ett slutet cirkulationssystem (S2).
- Kunna beskriva cirkulationssystemets delar med hjärta, stora (högtryck) och lilla (lågtryck) kretsloppet (S2) samt förstå grundläggande funktionella skillnader mellan kretsloppen (S3).
- Kunna översiktligt redogöra för hjärtats anatomi, retledningssystem och funktion (S2).
- Kunna redogöra för större artärer och vener samt deras försörjningsområden (S2).
- Känna till principerna för kapillärfiltration (S1).
- Känna till begreppen systole och diastole, samt hur man mäter blodtryck/cirkulation (perfusion) (S1).
- Känna till principerna för venöst återflöde (S1)
- Känna till och kunna redogöra för lymfsystemets uppbyggnad och funktion (S2)

## RESPIRATION

### *Kunskaper och förståelse*

#### Studenten ska:

- Kunna redogöra för de anatomiska delar som utgör de övre och nedre luftvägarna (S2).
- Kunna beskriva funktionen för de övre luftvägarna, inklusive begreppet ”dead space” (S2).
- Kunna beskriva lokalisering och principiell funktion för larynx, trachea, icke-respiratoriska och respiratoriska bronker och alveoler (S2).
- Kunna redogöra för lungans lobindelning, pleura och förstå basal andningsmekanik, inklusive rollen för diafragma (S2).
- Känna till principerna för alveolärt gasutbyte (S1).
- Känna till skillnaderna mellan arteriellt och venöst blod (S1).
- Känna till thoraxväggens rörelse under andningscykeln (S1).

## UTSÖNDRINGSORGAN

### *Kunskaper och förståelse*

#### Studenten ska:

- Kunna beskriva principiell lokalisering och funktion för njurar, njurbark, njurmärg, nefron, njurkroppar, glomeruli, njurpapiller, njurkalkar, njurbäcken, urinledare, urinblåsa och urinrör (S2).
- Känna till begreppen glomerulusfiltration, primärurin samt resorption (S1).
- Kunna identifiera makroskopiska delar av urinorganen på anatomiska modeller (S1).

## NERVSYSTEMET

### *Kunskaper och förståelse*

#### Studenten ska:

- Kunna definiera centrala nervsystemet, perifera nervsystemet samt somatiska och autonoma delar av nervsystemet (S2).
- Kunna definiera vad som menas med det sympatiska och parasympatiska nervsystemet (S2).
- Kunna översiktligt redogöra för hjärnans delar (hemisfärer, lober), mellanhjärnan, hjärnstam och lillhjärna samt ryggmärgen och dess segmentindelning (S2).
- Kunna redogöra för principen för en spinalnerv, dermatom och myotom (S2).
- Kunna översiktligt redogöra för nervcellen och dess delar, olika typer av gliaceller centralt och perifert, samt deras elementära funktion (S2).
- Kunna redogöra för skillnader mellan grå och vit substans (S2).
- Känna till hjärnans vätskerum och hjärnhinnor (S1).
- Känna till kranialnerver, autonoma och somatiska ganglier (S1).
- Känna till kemiska signalsubstanser, receptorer och jonoforer (S1).
- Känna till principen för kemisk transmission och funktionen för en enkel neuronal krets (reflex) (S1).
- Känna till begreppen sensoriska receptorer och axonal fortledning (S1).
- Känna till vad som menas med begreppen muskarinerga och nikotinerga neuron (S1).
- Känna till vad som menas med begreppet aktionspotential och översiktligt hur den uppstår och påverkas vid en nervimpuls (S1).

## **ENDOKRINA ORGAN**

*Kunskaper och förståelse*

Studenten ska:

- Kunna principiell lokalisering och funktion för hypofys (körtel- och neurohypofys), sköldkörtel, bisköldkörtlar, binjuror, pankreas med Langerhanska celler, äggstockar samt testiklar (S2).
- Känna till de endokrina organens huvudsakliga funktion (S1).
- Kunna redogöra för skillnaderna mellan synaptisk och endokrin signalering (S2).

## **GENITALORGAN**

*Kunskaper och förståelse*

Studenten ska:

- Känna till de kvinnliga och manliga genitalorganens ingående delar, samt deras funktion (S1).
- Känna till i vilka delar av genitalorganen som bildandet av könsceller, befruktning resp. fosterutveckling sker (S1).



## Specifika lärandemål

### Avsnitt 1 (delavsnitt b)

## SYSTEMATISK BIOKEMI

### Innehåll

- \* Grundläggande organisk och fysikalisk kemi samt nomenklatur
- \* Introduktion till kolhydraters och lipiders struktur och funktion
- \* Proteiners struktur, egenskaper och funktion
- \* Enzymer och deras verkan samt vitaminers funktion
- \* Introduktion till nukleotiders struktur och funktion

#### Litteratur del:

Ingelman-Sundberg & Persson [I-S.P.]: Utdrag från *Människokroppens kemi* finns för nedladdning på kurswebben.

Ferrier (F): *Biochemistry* 7:e/6:e uppl. (2017/2014).

Alberts et al. (Alberts [E]): *Essential Cell Biology*, 4:e uppl. (2014).

### Allmänna mål till delavsnitt 1b enligt kursplanen gällande från HT16

Studenten ska kunna redogöra för: biomolekylers struktur och funktion,... (S1-S2).

**Kommentarer:** De detaljerade och specifika lärandemålen som finns angivna på de följande sidorna avseende kunskaper och förståelse, är nivåindelade enligt SOLO-taxonomi: I mål som du skall **kunna redogöra för/beskriva (S2)** och andra mål som du skall **känna till/kunna identifiera (S1)**. Med **S2** avses en mera sammansatt och detaljerad kunskap. Med **S1** avses en enklare form av kunskap, som ofta avser endast principer eller en väldigt exakt/specifik kunskap. OBS - **känna till** skall dock ej tolkas såsom att det är mindre viktigt utan att detaljnivån på lärandemålen är på en enkel SOLO-nivå. Med **analysera/relatera/förstå** avses en högre SOLO-nivå (S3 eller S4).

## Specifika lärandemål:

### KEMISKA GRUNDER (grundläggande begrepp och nomenklatur, bindningar, energi) (OBS! många av lärandemålen nedan är repetition av lärandemålen från gymnasiet)

#### Litteratur:

I.-S.P.: kap 2, 3 och 4 kurswebben: <https://pingpong.ki.se/courseId/5729/content.do?id=5245873>

F: kap. 1:I-III och 6:I-IV.

Alberts (E): sid 39-52, 58-69, 70 ("isomers"), 76-81, 89-90, 96-97, 107-111, 115 (fig. 3-40) och 426 (fig. 13-7 o 13-8), samt yttligt 454 (fig. 14-10) och 464-465.

#### *Kunskaper och förståelse.*

##### Studenten ska kunna

- beskriva begreppet solvatisering (specialfall hydratisering) och förstå dess biologiska betydelse (t.ex. för jonkanalers selektivitet och jonbindningars styrka i vattenmiljö).
- förstå namn på enkla föreningar så att man kan förutsäga de kemiska egenskaperna (speciellt viktigt är funktionella grupper och deras egenskaper).
- systematiskt namn, trivialnamn och konstitutionsformel (strukturformel) för vatten, alkaner med 1 - 4 kol, alkoholer (metanol, etanol, glycerol), aldehyder (acetaldehyd, glycerinaldehyd), ketoner (aceton), karboxylsyror (ättiksyra), ammoniak, aminer, och för följande grupper: acyl, acetyl, metyl, hydroxyl, amid, amino, karboxyl, tiol, ester och fenyl.
- definiera de stereokemiska begreppen *cis-trans*-isomerer och optiska isomerer (D/L) av aminosyror och kolhydrater.
- beskriva och förstå olika typer av kemisk bindning som är av betydelse för molekylers struktur och interaktion (kovalenta bindningar: t.ex. disulfidbryggor, amidbindningar, allysinbryggor, peptidbindningar samt icke kovalenta bindningar: jonbindningar, vätebindningar, van der Waals-bindningar och hydrofoba interaktioner)
- beskriva fosfatgruppens uppbyggnad och redogöra för hur dess bindning till vissa föreningar kan fungera som "energibärare".
- beskriva ATPs principiella uppbyggnad och funktion som grupp- och energidonator.
- förstå och definiera med hjälp av oxidationstal vad som menas med oxidation och reduktion i biologiska system (ex. oxidation och reduktion i systemet alkohol - aldehyd - karboxylsyra [fysiologiskt: enzymerna ADH och aldehyddehydrogenas; kommer på DFM1:4]).
- beskriva de strukturella likheterna och funktionella skillnaderna mellan "energibäraren" ATP, AMP (byggsten i DNA) och coenzymerna  $\text{NAD}^+$  och FAD.
- redogöra för begreppen pH och syrakonstant ( $\text{pK}_a$ ), samt kunna beskriva hur en buffert fungerar.
- kemiskt förklara hur ändringar i pH och lösningsmedelsmiljö kan påverka olika bindningar/interaktioner och därmed proteiners struktur och funktion.

##### Studenten ska känna till

- oktettregeln, samt kunna definiera begreppen valenselektron och elektronegativitet
- (minnesramsans: F, O, N, Cl, Br, I, S, C, H).
- hur man använder Fischerprojektioner och Haworthprojektioner.
- parametrar som är av betydelse för ett ämnes reaktionsbenägenhet (resonanseffekter, steriska effekter, induktiva effekter).
- de mera generella stereokemiska beteckningssätten E/Z för dubbelbindningar och R/S för optiska isomerer.
- strukturen för pyrofosfat (PPi).

## KOLHYDRATER

### Litteratur:

I-S.P.: kap 5 (sid 111-130); se kurswebben:

<https://pingpong.ki.se/courseId/5729/content.do?id=5245873>

F: kap 7:I-II, 11:I-IIB, 11:IVA, 14:I-II, 14:V (ytligt) och 14:VI-VII, 27:VI och fig. 32.16.

Alberts (E): sid 51-53, fig. 2-24, 70-71, 76 och 692-694.

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- beskriva (definiera) vad kolhydrater är och vilka olika funktioner de har.
- redogöra för strukturen hos monosackariderna glukos, galaktos, ribos, deoxyribos, och fruktos m.h.a. Haworth (H)-projektioner och för glukos och galaktos också m.h.a. Fischer-projektioner.
- redogöra för strukturen hos följande övriga kolhydraters struktur: maltos och isomaltos (H), laktos (H) och sukros (H).
- beskriva vilket asymmetriskt kol som avgör om ett socker är L eller D, respektive  $\alpha$  eller  $\beta$ .
- förklara begreppen enantiomer, epimer, anomer och mutarotation.
- definiera vad som menas med en glykosidbindning samt kunna beskriva hur en sådan kan klyvas (hydrolys och fosforolys).
- redogöra för skillnaden mellan  $\alpha$ - och  $\beta$ -glykosidbindningar och förstå den biologiska relevansen av denna skillnad.
- beskriva strukturen hos polysackariderna stärkelse (amylos och amylopektin), cellulosa och glykogen som alla är exempel på homoglykaner.
- analysera betydelsen av att ett socker i linjär form, kan utsättas för en nukleofil attack.

#### Studenten ska känna till

- heteroglykanerna heparin och hyaluronsyra principiella uppbyggnad (ej formler), förekomst och funktion.
- proteoglykanernas och glykoproteinernas principiella uppbyggnad (ej formler) och funktion.

## LIPIDER

### Litteratur:

I-S.P.: kap 5 (sid 143-151); finns på kurswebben:

<https://pingpong.ki.se/courseId/5729/content.do?id=5245873>

F: kap 15:I, 16:I-II, 17:I-II, fig. 17.7 o 17.9 (ytligt) 17:IIID-E), 17:V-VI, 18:I-II, 27:VA1-B5 och fig. 28.22.

Alberts (E): sid 53-55, 72-73 och 359-366.

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- beskriva (definiera) vad en lipid är och vilken funktion olika typer/klasser av lipider (t.ex. fettsyror, triacylglyceroler [triglycerider], fosfolipider och steroider) har.
- redogöra för följande lipiders specifika struktur (formelmässigt) resp. principiella uppbyggnad: fettsyror (palmitinsyra, stearinsyra, oljesyra, linolsyra, linolensyra, arakidonsyra, EPA och DHA) resp. mono-, di-, triacylglyceroler; fosfolipiderna (fosfatidyletanolamin, fosfatidylkolin och fosfatidylserin) och kolesterol.
- beskriva membraners principiella struktur (inkl. bindningar och hur membranets egenskaper påverkas av olika typer av omättade fettsyror och kolesterol).
- beskriva membranproteinens (se nedan) olika funktioner och principiella uppbyggnad.

#### Studenten ska känna till

- vad som menas med att ett ämne är amfifilt, och vad en detergent är.
- vad som menas med  $\omega$ -fettsyror, essentiella fettsyror (linol- och linolensyra) samt vad som avses med förkortningarna EPA och DHA och till vilken klass av  $\omega$ -fettsyror dessa tillhör.
- fosfolipiden fosfatidylinositol och cardiolipins principiella uppbyggnad, förekomst och funktion.

- fosfatidsyra, lysofosfatidsyra, sfingosin, ceramid, sfingomyelin och glykolipidernas principiella uppbyggnad och funktion.

## **PROTEINER**

### Litteratur:

I-S.P.: kap 5 (sid 134-135 [peptider]); finns på kurswebben:

<https://pingpong.ki.se/courseId/5729/content.do?id=5245873>

F: kap 1-4 (ytligt kap 3:IV, 4:III), ytligt 20:I-II o 27:VIIA, 28:IV, 28:XIIIA1-2, 30:I (29:I i 6:e) och 32:VI (31:VI i 6:e).

Alberts (E): sid 55-56, 74-75, 122-149, 169 o 256 (fig. 7-48), samt ytligt sid 250-256 och 688-690.

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- beskriva den generella strukturen och funktionen för aminosyror.
- namnge de 20 (ibland 21) olika aminosyrorna som byggs in i våra proteiner.
- utifrån strukturen hos de olika aminosyrornas sidokedjor, förutsäga de olika aminosyrornas egenskaper i olika fysiologiska miljöer och i vilka typer av bindningar de kan vara involverade i.
- beskriva peptidbindningens egenskaper och struktur.
- beskriva proteiners strukturer på olika nivåer (primär, sekundär, tertiär, kvartenär) och vilka typer av kemiska bindningar som verkar stabiliserande på de olika nivåerna.
- beskriva sekundärstrukturtyperna  $\alpha$ -helix, kollagenhelix,  $\beta$ -skikt (" $\beta$ -pleated sheet") och "reverse turn" samt kunna ange vilka bindningstyper som är involverade i dessa strukturer.
- beskriva vad som menas med begreppen loop, motiv (supersekundärstruktur), domän (modul) och subenheter.
- beskriva strukturen för de globulära typproteinerna hemoglobin (fetalt och adult) och myoglobin samt känna till deras allmänna funktion. Kunna i detta sammanhang beskriva den prostetiska hem-gruppens principiella uppbyggnad och funktion (även strukturpåverkan vid bindning av  $O_2$ ).
- beskriva fibrösa proteiners allmänna struktur och egenskaper och speciellt typproteinet kollagens (typ1) specifika uppbyggnad (inklusive sammanhållande krafter), dess posttranslateriska modifieringar och vilken betydelse dessa har för strukturen, samt förstå betydelse av vitamin C för vissa av dessa.
- Beskriva kortfattat hur proteiner vecklas till sin fysiologiska struktur, hur hjälparproteiner (chaperoner) främjar vecklingen av vissa proteiner, samt på vilka generella sätt felveckling av proteiner kan orsaka sjukdom (exempel: cystisk fibros; Alzheimers).

#### Studenten ska känna till

- hur proteiner kan fungera som förstadier till biologiskt aktiva peptider (t.ex. preproinsulin).
- olika typer av posttranslateriska protein- och peptidmodifieringar (t.ex. klyvning, hydroxylering,  $\gamma$ -karboxylering, N- och O-glykosylering, disulfidbryggor, fett-modifieringar) och deras betydelse för funktion.
- Histonkoden, d.v.s. modifieringar av histoner, f.f.a. histonacetylering, metylering, fosforylering och ubikvitinering på specifika aminosyrarester, som reglerar kromatinets dynamik.
- proteinindelningsbegreppen fibrösa och globulära proteiner, konjugerade proteiner (ex. glykoproteiner, hemproteiner och metalloproteiner) samt skillnaden mellan glykoproteiner och glykerade proteiner.
- systemen med tre- respektive enbokstavs beteckningar för aminosyror och att dessa vanligen baseras på de inledande bokstäverna i det engelska namnet.
- vad som menas med begreppet essentiella aminosyror och vilka tre aminosyror som är grenade.

## ENZYMER OCH VITAMINER

### Litteratur:

F/HF: kap. 5, 6:I-IV, 11:IVA (ytligt), 19:IIB2 (ytligt), 28:I-X och 28:XIII.

Alberts (E): sid 83-119 och 144-156, samt ytligt 250-256.

Laborationskompendium "Digestion" (DFM1:3).

<https://pingpong.ki.se/courseId/5729/content.do?id=3856222>

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- redogöra för hur en reaktion påverkas av sitt enzym (jämvikt, aktiveringsenergi, reaktionshastighet), den aktiva ytans funktion, läge/lokalisering och begreppet specificitet.
- förklara i termodynamiska termer hur ett enzym verkar och i detta sammanhang kunna förklara innebörden av Gibbs fria energi och vad  $\Delta G$  kan säga om en reaktions benägenhet att ske spontant.
- beskriva hur enzymaktiviteten påverkas av pH, temperatur och inhibitorer (irreversibla, reversibla: kompetitiva, nonkompetitiva).
- redogöra för den metabola betydelsen av storheterna  $V_{max}$  och  $K_m$  för ett givet enzym.
- definiera och förstå den funktionella betydelsen av begreppen kovalent modifiering (reversibel [ex. fosforylering och defosforylering] och irreversibel) och alloster enzymreglering (ex. fosfofruktokinas).
- redogöra för olika andra sätt att reglera enzymaktivitet (t.ex. genaktivering, nedbrytning).
- definiera begreppen isoenzym och zymogen (proenzym).
- redogöra för sambanden mellan enzym-coenzym (holo-, apo- och coenzym) och vitamin-coenzym-cofaktor.
- beskriva vilken betydelse cofaktorer (metalljoner, coenzym, proteiner) har för enzyms funktion och struktur (ex. carboxypeptidas A).
- beskriva principer för katalytisk funktion

#### Studenten ska känna till

- funktionen av coenzymet liponsyra och biotin, funktionen av askorbinsyra och vitamin K samt funktionen och vilka vitaminer som ingår i  $NAD(P)^+$ , FAD, tiaminpyrofosfat, coenzym A, pyridoxalfosfat, cobalamin, tetrahydrofolsyra.
- den principiella strukturen för  $NAD(P)^+$  och FAD (modifierat vitamin, PP, ribos, adenin).
- olika enzymklasser (I-VI) och vilka typreaktioner de katalyserar.
- Michaelis-Mentens ekvation (grafiskt utseende, förutsättningar och betydelse av ingående storheter, samt begreppet mättnadskinetik) [kommer också på DFM1:3 - digestionslabben].
- vad som menas med ett endo- resp. exopeptidas.
- mekanismer och betydelse av proteinnedbrytning (sambanden ubiquitinering-proteasom) [se också koncept DFM1:2].
- hur man utför en kinetisk enzymanalys [kommer praktiskt under laborationen DFM1:3].
- vad som menas med 1:a och 0:te ordningens kinetik [kommer också på DFM1:4 alkohol].

## NUKLEOTIDER

### Litteratur:

F: kap. 22:I+II. Alberts (E): sid 56-58 och 76-77.

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska känna till

- den generella strukturen för olika nukleotider, kunna namnge dem och beskriva olika funktioner för dessa.
- indelningen i olika klasser av nukleotider, samt kunna ange namnen för dessa [kommer också på DFM1:4, nukleotidmetabolismen].
- skillnaden mellan begreppen nukleotid och nukleosid och vad som avses med bas.





## Specifika lärandemål och läshänvisningar

### Avsnitt 5

## INTEGRERANDE PROJEKTARBETEN och NÄRINGSLÄRA

### Innehåll:

- \* LEVERPROJEKTET
- \* METABOLA SYNDROMET
- \* METABOL INTEGRERING (del 2)
- \* HUNGER & MÄTTNAD, OCH NÄRINGSLÄRA

*Litteratur:* Boron & Boulpaep [BB]; Medical Physiology 3:e/2:a upplagan kap. 45 och 46. Rhoades & Bell [RB], Medical Physiology, 5:e/4:e uppl., kap 26 resp. kap 27.  
Ferrier [F]: Biochemistry 7:e/6:e uppl. (2017/2014). Kapitel 12:IIF (sid 139-140) samt delar av kap. 23-29 resp. 23-28.  
Projektarbeten, samt föreläsningssanteckningar och kompletterande material på kurswebben.

### Allmänna mål:

#### Studenten ska kunna:

Redogöra för cellulär kommunikation och membrantransport, matsmältningskanalens struktur och funktion, kroppens ämnesomsättning, samt makro- och mikronutrienters betydelse för kropps-funktioner, och kunna relatera dessa kunskaper till hur olika näringsämnen digererar, absorberas samt omsätts i kroppen och hur bristande funktion kan ge upphov till olika symptom och olika sjukdomar (S3)

Använda modeller och laboriemetoder för att analysera, medvetandegöra och lära sig komplexa samband kring grundläggande cellbiologiska mekanismer, metabolism samt kroppens olika funktions-system; samla och analysera information kring både basvetenskapliga och kliniska frågeställningar, samt kunna arbeta i en blandad grupp och enskilt och i team kunna redovisa resultaten (M2).

### Specifika mål:

**Kommentarer:** De detaljerade lärandemålen som finns angivna på de följande sidorna avseende kunskaper och förståelse, är nivåindelade enligt SOLO-taxonomin: I mål som du skall **kunna redogöra för/beskriva (S2)** och andra mål som du skall **känna till/identifiera (S1)**. Med **kunna** avses en mera sammansatt (detaljerad/ exakt) kunskap och med **känna till** en enklare form av kunskap som snarare avser principer än detaljer. OBS - **känna till** skall dock ej tolkas såsom att det är mindre viktigt utan att detaljnivån på lärandemålen är på en enkel SOLO-nivå. Med **analysera/relatera/förstå** avses en högre SOLO-nivå (S3 eller S4).

## AVSNITT 5 (LEVERPROJEKTET)

### Studenten ska kunna

- redogöra för leverns funktionella struktur inklusive blodförsörjning och blodflöden genom levern (S1, S2).
- redogöra för de olika cellerens funktion i leverparenkymet (S1, S2).
- beskriva hur de olika funktionella loberna relaterar till olika leverfunktioner (S3).
- redogöra för bildningen av galla. Ingående komponenter. Sekretion av galla och gallblåsans funktion (S1, S2, S3). Gallans funktion (S3) [se också DFM1:3-fysiologi och biokemi samt DFM1:4].
- reglermekanismer för gallans bildning och sekretion (S2, S3).
- leverns roll i syntes av lipider och lipoproteiner samt plasmaproteiner, koagulationsfaktorer inkl. de K-vitaminberoende [kommer också på DFM2: moment 1] (S2).
- redogöra för omsättning av kolhydrater i levern [se också DFM1:4] (S2).
- redogöra för leverns roll i kolesterolmetabolismen [se också DFM1:4] (S2).
- beskriva leverns roll som avgiftare via två huvudmekanismer (S2, S3). Principen för eliminering av kväve (S3). Principen för eliminering av slaggprodukter från erythrocytnedbrytningen (S3).
- redogöra för lagring av kolhydrater [se också DFM1:4], vitaminer, spårämnen (speciellt järn) (S1, S2).
- beskriva leverns endokrina roll (produktion av hormon och prohormon) (S1, S2, S3).

### Studenten ska känna till

- orsaker till leversvikt och symptom på leversvikt (S1).
- portal hypertension (orsaker och konsekvenser) (S1).
- ikterus (orsaker och konsekvenser) [se också DFM1:4] (S1).
- gallsten och de faktorer som bidrar till bildningen av gallsten (S1).

## AVSNITT 5 (METABOLA SYNDROMET och METABOL INTEGRERING del 2)

*Sem. 11 + projektarbetet "Metabola syndromet" och artiklar ingående i projektarbetet (direktlänkar till artiklarna återfinns på kurswebben): <https://pingpong.ki.se/courseId/5729/content.do?id=3857158>.*

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- redogöra för och analysera samband mellan de sjukdomar som ingår i metabola syndromet samt relatera dessa till olika behandlingsprinciper (S2, S3, S4).
- kunna beskriva och analysera orsakssamband till det metabola syndromet (S2, S3, S4).
- redogöra för olika teorier och molekylära orsakssamband till skador vid diabetes (S2, S3).

#### Studenten ska känna till

- vad som menas med CRP och varför det kan vara intressant att analysera CRP (S1).
- vilken funktion adiponektin och leptin har samt var de framförallt bildas (S1).
- AMPKs regulatoriska betydelse, betydelse vid fysisk aktivitet och kopplingar till hormoner involverade i regleringen av födointag (S1-S2).
- vad som menas med TNF $\alpha$ , ChREBP, SREBP<sub>1c</sub>, N-acetylglukosamin, xylulos-5-P, LXR, FXR och PPAR samt PARP och vilken funktion/betydelse dessa molekyler kan tänkas ha i det metabola syndromet (S1-S2).
- vad som menas med glykering av proteiner kontra glykosylering [se också DFM1:1b] (S1).
- IRS, DAG-kinas, PTEN och PKC, kinaserna mTOR och S6-kinas samt cellmembranets struktur/diameter och den intestinala bakteriefloras eventuella betydelse för insulinresistens och i metabola syndromet (S1).
- begreppen bukhöjd, midjeomfång samt "body mass index" (BMI) (S1).
- argument som talar för och emot existensen av ett metabolt syndrom (S1).

## AVSNITT 5 (HUNGER & MÄTTNAD, SAMT NUTRITION/NÄRINGSLÄRA)

### **Hunger och mättnadsreglering:**

*Specialföreläsning*, F: kap 26 samt BB (2:a uppl.): sid 1039-1043.

*Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- beskriva hur man beräknar BMI (S2).
- redogöra för centrala nervsystemets roll i reglering av hunger och mättnad (S1- S3).
- redogöra för innebörden av preabsorptiva, absorptiva och postabsorptiva aptitretande signaler respektive mättnadssignaler (S2, S3).
- redogöra för glukos och insulins påverkan på hunger-mättnad (S1- S3).
- redogöra för fettvävens och leptins roll i hunger-mättnadskontroll (S1- S3).

#### Studenten ska känna till

- normalintervallet för BMI (S1).
- exempel på andra peptider (förutom leptin) som påverkar födointaget (S1).
- aktuella/framtida behandlingsstrategier för att behandla obesitas (S1).
- N-acetylglukosamin och O-glykosylering medierad av enzymet OGT och ev. betydelse för födointaget (S1); [Se också lärandemål DFM1:4.]

### **Nutrition/Näringslära:**

*Uppföljningsföreläsning SB (avsnitt 1b) + Projektarbete nutrition + specialföreläsning; F: 7:e/6:e uppl. valda delar i kap 26-29 resp. kap 26-28) samt BB (2:a uppl.), sid 976-979.*

Extra instuderingsuppgift + frågor i seminariekompndiet Utmaningen.

Övergripande mål:

*Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska

- kunna beskriva och relatera makro- och mikronutrienters betydelse för kroppsfunktioner och upprättande av hälsa på ett översiktligt sätt.
- känna till näringsrekommendationer samt deras bakgrund.
- känna till konsekvenser av brist och överskott samt förändrade behov av näringsämnen.
- känna till de viktigaste näringsproblemen.

Specifika mål:

*Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- redogöra för begrepp såsom energiprocent, energitäthet, "tomma" kalorier och BMI.
- redogöra för och analysera principiella mekanismer för uppkomst av brist (intag, absorption, behov, förlust).
- beskriva och analysera samband mellan kost och sjukdom (t.ex. cancer, hjärt-kärlsjukdom, mättade och omättade fettsyror, transfetter, fibrer). [Se också lärandemål DFM1:1b och DFM1:4.]

#### Studenten ska känna till

- mekanismer, bakom näringsbrist med inriktning på global förekomst, orsaker och nutritionell förekomst (detta gäller framförallt järn, vit A, D, (E, C), folsyra, jod (zink, selen)) samt protein och/eller energimalnutrition. I dessa sammanhang ha en uppfattning om prevalens.
- de grundläggande kostråden.
- energibehovet hos olika individer under olika fysiologiska betingelser.
- näringsrekommendationerna för makronutrient, vad de baseras på samt veta hur det ligger till idag.
- interaktioner mellan födoämnen som påverkar näringsupptag.
- olika "sötningsmedel" samt vad olika definitioner på varudeklarationer står för.
- energitätheten hos olika energikällor.
- betydelsen av nutrition för immunsystemets funktion.



## Specifika lärandemål och läshänvisningar

### Avsnitt 3

## MATSMÄLTNINGSKANALENS STRUKTUR OCH FUNKTION

#### **Innehåll:**

- \* Matsmältningsorganens makro- och mikroanatomi (histologi) samt generell mikroanatomi.
- \* Matsmältningsorganens fysiologi och biokemi

**Kommentarer:** De detaljerade och specifika lärandemålen som finns angivna på de följande sidorna avseende kunskaper och förståelse, är nivåindelade enligt SOLO-taxonomi: I mål som du skall **kunna redogöra för/beskriva (S2)** och andra mål som du skall **känna till/kunna identifiera (S1)**. Med **S2** avses en mera sammansatt och detaljerad kunskap. Med **S1** avses en enklare form av kunskap, som ofta avser endast principer eller en väldigt exakt/specifik kunskap. OBS - **känna till** skall dock ej tolkas såsom att det är mindre viktigt utan att detaljnivån på lärandemålen är på en enkel SOLO-nivå. Med **analysera/relatera/förstå** avses en högre SOLO-nivå (S3 eller S4).

#### *Litteratur del I:*

Till exempel: *Anatomy – An Essential Textbook*, Gilroy, A (ed.), Thieme 2015.  
Pawlina; W., *Histology: a Text and Atlas*, 7th ed eller senare.  
Preparatkompendium – Matsmältningsorganens histologi (se stödmaterial på kurswebben).

#### **Allmänna mål till delavsnittet enligt kursplanen gällande från HT16**

Studenten ska kunna:

Redogöra för biomolekylers struktur och funktion, organsystem, vävnaders, och cellers struktur på olika nivåer; dess viktigaste funktioner, celltillväxt, cellspecialisering...(organsystem (S2), resterande delar (S3)).

Redogöra för matsmältningsorganens struktur och funktion (S3).

Använda modeller och laboratoriemetoder för att analysera, medvetandegöra och lära sig komplexa samband kring grundläggande cellbiologiska mekanismer, metabolism samt kroppens olika funktionssystem (M2).

Identifiera anatomiska och histologiska strukturer utifrån bilder (M2).

Visa respekt för den döda kroppen (S3).

## Specifika lärandemål:

### Matsmältningsorganens makroanatomi

Litt.: Till exempel *Anatomy – An Essential Textbook*, Gilroy, A (ed.), Thieme 2015.

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- redogöra för käkledens och tuggmuskulaturens principiella uppbyggnad och funktion (S2).
- beskriva munhålanens uppbyggnad och begränsningar (inklusive tänderna) (S2).
- redogöra för spottkörtlarnas lokalisation, mynningsställen och principiella innervation (S2).
- redogöra för matstrupens och den övre magmunnens principiella uppbyggnad, lokalisation och innervation (S2).
- beskriva magsäckens delar samt principiella kärl- och nervförsörjning (S2).
- redogöra för tunntarmens olika delar, deras morfologiska karaktäristika och principiella kärl- och nervförsörjning (S2).
- redogöra för tjocktarmens olika delar, deras morfologiska karaktäristika och principiella kärl- och nervförsörjning (S2).
- beskriva leverns uppbyggnad och kärlförsörjning (S2).
- beskriva vena portae principiella förlopp och funktionella betydelse (S2).
- redogöra för gallblåsans och gallgångarnas lokalisation och tömningsställe i tunntarmen, samt dessa organs principiella kärlförsörjning (S2).
- beskriva pankreas' uppbyggnad, lokalisation, tömningsställe i tunntarmen samt dess principiella kärlförsörjning (S2).
- redogöra för ändtarmens och analöppningens uppbyggnad, lokalisation samt principiella kärl- och nervförsörjning (S2).
- redogöra för peritoneums organisation och uppbyggnad, samt dess relation till mesenteriet, omentum majus och omentum minus (S2).

Studenten ska känna till

- hur matsmältningssystemets principiella innervation är organiserat (S1).
- hur matsmältningssystemet anläggs från tre stycken principiellt skilda delar (fram-, mellan-, och baktarm) (S1).
- hur matsmältningssystemets lymfatiska avflöde är organiserat (S1).

### Generell mikroanatomi (*OBS! undervisas under avsnitt 2, men examineras under avsnitt 3*) samt matsmältningsorganens mikroanatomi

Litt.: Till exempel Pawlina, *Histology: a Text and Atlas with correlated Cell and Mol.Biol.*, 7th ed..

*Kunskaper och förståelse.*

**Epitel:** Kapitel 5, s. 105-155.

Studenten ska kunna

- beskriva indelningen av ytepitel (enkelt platt/skiv, kubiskt, cylindriskt; flerradigt; förhornat och oförhornat flerskiktat skivepitel och övergångsepitel med krusta) samt redogöra för deras respektive utseende och förekomst (S2).
- redogöra för utseende, funktion, uppbyggnad och förekomst av olika specialiserade ytstrukturer (mikrovilli, stereocilier, kinocilier/flageller) hos ytepitelceller (S2).
- beskriva basalmembranets uppbyggnad, innehåll och funktion (S2).
- beskriva skillnader mellan endokrina och exokrina körtlar (S2).
- beskriva olika sekretionsmekanismer (merokrin, apokrin, holokrin, cytotkrin, cytotogen sekretion) (S2).
- redogöra för skillnader mellan serösa och mukösa körtelceller (S2).

- redogöra för bägarcellernas förekomst och utseende (S2).
- identifiera bägarceller och körtlar mikroskopiskt (M1, S1).
- identifiera olika ytepitel mikroskopiskt (M1, S1).

*Kunskaper och förståelse.*

**Fettvävnad:** Kapitel 9, s. 254-266.

Studenten ska kunna

- klargöra utseendemässiga skillnader mellan vita (unilokulärt fett) och bruna (multilokulärt fett) fettceller (S1-S2).
- klargöra varför bruna fettceller är bruna och redogöra för övriga karakteristika hos dessa celler (S2).

Studenten ska känna till

- betydelsen av brun fettvävnad hos nyfödda (S1).
- var brun fettvävnad finns hos vuxna individer (S1).
- principen med värmeproduktion i brun fettvävnad och funktionen hos ”uncoupling” protein (UCP) (S1). [Återkommer på DFM1:4]

*Kunskaper och förståelse.*

**Glatt muskulatur:** Kapitel 11, s. 335-342 (+ s. 354-355).

Studenten ska kunna

- beskriva och redogöra för glatta muskelcellens struktur och karakteristika (dense bodies, desmin, vimentin,  $\alpha$ -aktinin, aktin- och myosinfilament) (S2).

*Kunskaper och förståelse.*

**Kärl:** Kapitel 13, s. 411-433 (+ 436-441) [*Kärl återkommer på DFM2*].

Studenten ska kunna

- identifiera kärl mikroskopiskt samt i mikroskop kunna skilja på artär och ven (S1). [Återkommer under DFM2:1]

*Kunskaper och förståelse.*

**Nerver** (endast autonoma nervplexax; Fig. 12.26): Kapitel 12, s. 383-384.

Studenten ska kunna

- beskriva lokalisering och utseende för Auerbachs respektive Meissners nervplexax (S1-S2).

*Kunskaper och förståelse.*

**Matsmältningsorgan:** Kapitel 16, s.526-567; Kapitel 17, s. 568-625; Kapitel 18, s. 626-661.

Studenten ska kunna

- beskriva digestionsorganens mikroskopiska struktur (munhåla, tänder, tunga, spottkörtlar, pharynx, esophagus, magsäck, tunntarm, tjocktarm, appendix, rectum, analkanalen, lever, gallblåsa och gallgångar, pankreas) (S2).
- identifiera i histologiska preparat: Tänder (emalj, dentin, pulpa, ameloblaster, odontoblaster), tunga (von Ebners körtlar, olika tungpapiller; papilla circumvallatae, foliatae, filiforme och fungiforme), esophagus (olika vägglager), ventrikel (cardia, fundus-corpora, pylorus, vägglager, rugae, foveolae, körtlar, huvudceller, parietalceller, nervplexax); tunntarm; duodenum (Brunners körtlar), ileum, jejunum (tunntarmens vägglager, plica circularis, villi, Lieberkühns körtlar, Paneths celler, bägarceller, nervplexax, Peyers plaque); tjocktarm (vägglager, taeniae, haustrae, Lieberkühns körtlar, nervplexax); appendix; analkanalen); gallblåsa; lever (lobuli, portazoner: artär, ven, gallgång, lymfkärl; centralven, sinusoider, hepatocyter, Kupfferceller, endotelceller); pankreas (Langerhans cellöar, centroacinära celler) (S1).

## **Innehåll – matsmältningsorganens fysiologi och biokemi:**

- \* Digestion och absorption
- \* Cellulär kommunikation och introduktion till membrantransport.
- \* Enzymkinetik
  
- \* Matsmältningsorganens sekretion
- \* Matsmältningskanalens motorik
- \* Mikrobiell ekologi och kliniska illustrationer

*Litteratur:* Till exempel Boron & Boulpaep [BB] Medical Physiology (3:e upplagan, 2:a upplagan eller 2:a uppl. ”updated version”) eller Rhoades & Bell [RB] (5:e eller 4:e uppl.).  
Ferrier [F]: Biochemistry 7:e eller 6:e uppl. (2017 resp. 2014).  
”Serinproteaser”- se avsnitt 1b kurswebben för länkar.  
Laborationskompendium ”Digestion”, föreläsnings- och seminarieanteckningar.

### **Allmänna mål till delavsnittet enligt kursplanen gällande från HT16**

Studenten ska kunna:

Redogöra för biomolekyleras struktur och funktion, samt organsystem (S2), vävnaders, och cellers struktur på olika nivåer; dess viktigaste funktioner ... (S3).

Redogöra för cellulär kommunikation och membrantransport, matsmältningskanalens struktur och funktion, .... och kunna relatera dessa kunskaper till hur olika näringsämnen digererar, absorberas samt omsätts i kroppen och hur bristande funktion kan ge upphov till olika symptom och olika sjukdomar (S3).

Använda modeller och laboratoriemetoder för att analysera, medvetandegöra och lära sig komplexa samband kring grundläggande cellbiologiska mekanismer, metabolism samt kroppens olika funktionssystem; samla och analysera information kring både basvetenskapliga och kliniska frågeställningar, samt kunna arbeta i en blandad grupp och enskilt och i team kunna redovisa resultaten (M2).

Genom ett analytiskt och vetenskapligt förhållningssätt visa förståelse för sjukdomars uppkomstmekanismer (S3).

### **Specifika lärandemål för delavsnittet:**

#### **Matsmältningskanalens sekretion, digestion och absorption**

Litt.: I Boron & Boulpaep hänvisas till valda delar i del VII och i Rhoades and Bell främst till kapital 25 och 26 (5:e uppl.) resp. kap 26 (4:e uppl.). I Ferrier hänvisas till sid. 86-89, 96 och/eller 97 (IV), 173-179 (ej H), 224 (IV)-226 (V), 227B-228.3, 247-250 (digestion samt transport), 380-381 (D; 7:e uppl.) eller 376-377 (D; 6:e uppl.) samt 403-404 (B enbart 7:e upplagan). För alternativ litteratur se kursplanen.

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- redogöra för de olika spottkörtlarnas sekretion (saliv) med avseende på sammansättning och funktion (S1, S2).
- redogöra för reglering av salivsekretionen (S2, S3).
- redogöra för salivens sammansättning ställd i relation till tandstatus, smak och kolhydratmetabolism (S3).

- beskriva magslemhinnans uppbyggnad med olika celltyper och deras respektive sekretproduktion (S2).
- redogöra för en integrerad bild av hormonella och neuronala regleringsmekanismer för syrasekretion och pepsin (S3, S4).
- redogöra för pankreas exokrina körtlar med de olika celltyperna (S2) och vad och hur de sekretoriska produkterna utsöndras (S2).
- redogöra för reglermekanismer för pankreas sekretion vid fasta och efter måltid (S2, S3)
- redogöra för omsättning av vatten, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> och andra elektrolyter i tarmen inklusive de membranmekanismer som deltar (S1, S2, S3).
- redogöra för digestion av kolhydrater och de enzymer som deltar i nedbrytning av dessa makronutrientier (S2) samt mekanismer och specifika proteiner involverade i absorptionen\* av olika kolhydrater (S2); \* med absorptionen av olika ämnesklasser och substanser avses från tarmlumen till enterocyten samt vidare från enterocyten till blodbanan och/eller lymfsystemet.
- redogöra för digestion av proteiner samt de enzymer och andra mekanismer som deltar i nedbrytning av dessa makronutrientier (S2) samt mekanismer för absorption\* av nedbrytningsprodukterna (S2).
- redogöra för digestion och absorption\* av lipider i magtarmkanalen samt leverns och gallblåsans funktion och roll i dessa processer (S2, S3).
- beskriva colipasets, gallsaltarnas och fosfolipiders roll vid fettdigestionen (S2).
- redogöra för det enterohepatiska kretsloppet (S1, S2, S3).
- redogöra för var de olika digestionsenzymerna är lokaliserade (var de bildas, respektive är aktiva) och funktion. Proproteasernas (zymogener) aktivering. Betydelse av olika endopeptidaser (inklusive enteropeptidas) och exopeptidaser (S1, S2, S3).
- redogöra för olika typer av membrantransport med utgångspunkt från olika näringsämnen och gallsalter (S2) [se också DFM1:2].
- redogöra för den molekylära hanteringen av vitamin B<sub>12</sub> och järn i magtarmkanalen samt absorptionen\* av dessa ämnen (S2).
- redogöra för den integrerade betydelsen av gastrin, sekretin och CCK för (S3), samt beskriva dessa hormoners principiella uppbyggnad och signaltransduktionssystem (S2) [se också DFM1:2 och exempel på olika signaltransduktionssystem nedan].
- beskriva vad som menas med ett hormon (endokrint, parakrint, autokrint) (S2) [se också DFM1:2].

*OBS! Följande tre lärandemål föreläses under avsnitt 3 men examineras i samband med duggan på avsnitt 4 och i sluttentamen.*

F: kap. 8:II+IVA1, kap 11:VC3 (7:e uppl.) resp. VC2 (6:e uppl.), fig. 11.9-11.10 o 11.13, kap. 17:IIID1 (fig. 17.7-17.8, 17.11), fig. 18.24 och 18.28, kap. 23:I-IIC, 23:IIIE och 23:III (enbart signaltransduktion) samt kap. 33:IVA2 och fig. 33.10-33.11 (7:e uppl.) resp. 32:IVB och fig. 32.10-32.11 (6:e uppl.). RB: kap 2 och sid 628-633 samt 689-695 (5:e uppl.) resp. sid 6-21, 24-39, 589-596 och 649-657 (4:e uppl.). BB: valda delar av kapitel 3-5 (2:a upplagorna) resp. kap. 3-4 och 6 (3:e uppl.).

- beskriva den principiella strukturen hos hormonerna insulin, glukagon, adrenalin och kortisol (S2).
- redogöra för insulins, glukagons, adrenalins och kortisols **signaltransduktionssystem** genom att beskriva de olika receptorproteinernas struktur (7-TM/"GPCR", insulinreceptorn och glukokortikoidreceptorn) och olika kopplingar intracellulärt (signaltransduktion, via G-protein, cAMP-systemet och PKA, fosfatidylinositolkaskaden [IP<sub>3</sub>, Ca<sup>2+</sup> och/eller DAG, PKC], Ca<sup>2+</sup>-calmodulin) samt för insulin (IRS, PIP<sub>2</sub>, PDK1 [PKD1], Akt [PKB]) och glukokortikoiders (intracellulära DNA-bindande receptorer) [se också DFM1:2] (S2); studenten skall känna till att insulin (via t.ex. FOXO) och glukagon (via CREB) kan påverka



genom genreglering och att insulin kan påverka många enzymer och processer nedströms om Akt (t.ex. kinaserna mTOR och S6, olika proteinfosfataser och fosfodiesteraser, samt transportproteinet GLUT4) (S1).

- beskriva hur den biologiskt aktiva C-peptiden bildas, dess kliniska betydelse som markör av funktionella  $\beta$ -celler (S2); studenten skall känna till teorier rörande C-peptidens signaltransduktion i relation till insulins signalering (S1).

#### Studenten ska känna till

- namnet på de två vanligaste **primära gallsyrorna och konjugerade gallsalterna** samt de två vanligaste **sekundära gallsyrorna** (S1).
- att gallsyror/gallsalter kan fungera som signalsubstanser och binda till olika receptorer (S1).
- hur man utför en kinetisk enzymanalys (S1) [se också DFM1:1b].
- innebörden av endo- och exopeptidas (S1) [se också DFM1:1b].
- maghormonet ghrelin och dess funktion (S1).
- peptiderna GLP-1's och GLP-2's signaltransduktion och funktion samt begreppet inkretin (S1).
- tarmfloras betydelse för hälsa och vid sjukdom (S1).
- innebörden av de kliniska begreppen: Muntorrhet, dyspepsi, magsår (ulcus pepticum) (S1).
- innebörden av de kliniska begreppen: Gallsten och pankreatit (S1).
- orsaker till malabsorption och steatorré samt laktosintolerans (orsak och symtom) (S1).  
innebörden av det kliniska begreppet: Diarré (S1).

### **Matsmältningskanalens motorik**

Litt.: I Boron och Boulpaep (2nd. ed., 2nd. "updated edition") hänvisas främst till kapitel 40 resp. 41 och i viss mån till kap. 41 resp. 42. I Rhoades and Bell hänvisas till kapitel 27 (5:e uppl.) resp. kap. 25 (4:e uppl.).

#### *Kunskaper och förståelse.*

##### Studenten ska kunna

- redogöra för den neuromuskulär organisation av digestionskanalen ("enteric nervous system", ENS) (S1, S2) samt kunna relatera de olika delarna av detta nervsystem till olika funktioner som motoriska och sensoriska (S3).
- redogöra för rörelsemönster (motorik) som uppträder som bas för födotransporten i digestionskanalen och hur de genereras (S1, S2, S3).
- identifiera/ange passagetider genom mag-tarmkanalen (S1) och de långa tarmreflexernas funktion, betydelsen av födas sammansättning (S3) - särskilt hur kostfibrer påverkar passagetiden (S1).
- redogöra för tuggning av födan och dess betydelse i matsmältningen (S2).
- redogöra för sväljning och transporten av föda genom esofagus och hur dessa funktioner kontrolleras (S1, S2, S3) inklusive esofagussfinktrarnas funktion (S3).
- redogöra för ventrikelns funktion och rörelsemönster (motorik) i fasta och vid födointag, särskilt ventrikelns receptiva och adaptiva relaxation (S2, S3).
- redogöra för kontrollen av ventrikelns tömning och de faktorer som reglerar denna (S3).
- beskriva kräkningen med prodromalfas och tömningsfas (S2) samt redogöra för stimuli och neurogen kontroll av denna (S1). Kräkningens effekter på cirkulation och andning (S1, S2).
- beskriva tunntarmens rörelsemönster (motorik) (S1, S2) och redogöra för det neuronala substratet (underlaget) för dessa rörelser (S2, S3) och dess betydelse för transport och blandning av innehållet (S3).
- beskriva MMC ("Migrating Motor Complex") (S2) och dess betydelse i matsmältningen (S3).
- redogöra för tjocktarmens rörelsemönster (motorik) med begreppet massperistaltik och dess betydelse för transport (S1, S2, S3).
- redogöra för defekationsprocessen (S2, S3).

### Studenten ska känna till

- bristande relaxation, orsakad av aganglionärt tarmsegment, som orsak till Hirschsprungs sjukdom (S1).
- dysfagi och reflux till esofagus (S1).
- tillstånd förknippade med kräkning (S1).
- sjukdomar som påverkar ventrikeltömning, betydelsefulla former av dysmotorik och deras relation till symtom (gastropares, intestinal pseudoobstruktion, colon irritabile) (S1).
- förstoppning och betydelsen av bulkmedel (S1).
- metoder för att mäta motorik hos normala individer och patienter (S1).



# Specifika lärandemål och läshänvisningar

## Avsnitt 4 (delavsnitt I-V)

### KROPPENS ÄMNESOMSÄTTNING

#### Innehåll:

- \* I. KOLHYDRATMETABOLISM och HORMONELL REGLERING
- \* II. LIPIDMETABOLISM
- \* III. AMINOSYRAMETABOLISM
- \* IV. NUKLEOTIDMETABOLISM
- \* V. ALKOHOLMETABOLISM och METABOL INTEGRERING (del 1)

*Litteratur:* Ferrier [F]: Biochemistry 7:e/6:e uppl. (2017/2014), kapitel 6-13, 14 IIIA-B, 15-25 och 28:I-X, samt 7:e uppl. 30:I-II och 33:IV (delar) resp. 6:e uppl. 29:I-II och 32:IV (delar); yttligt kapitel 26 och 27 som huvudsakligen kommer på avsnitt 5. Valda delar av Alberts et al (Essential Cell Biology [ECB], Medical Physiology av Boron & Boulpaep ([BB]; 3:e/2:a uppl.) /Rhoades & Bell ([RB]; 5:e/4:e uppl.), som också innehåller överlappande och/eller i vissa fall kompletterande information.  
Laborationskompendier, projektarbeten samt föreläsnings- och seminarieanteckningar.

#### Allmänna mål enligt kursplanen gällande från HT16

##### Studenten ska kunna:

Redogöra för biomolekyler struktur och funktion,... (S3).

Redogöra för cellulär kommunikation och membrantransport, matsmältningskanalens struktur och funktion, kroppens ämnesomsättning, samt makro- och mikronutrienters betydelse för kroppsfunctioner, och kunna relatera dessa kunskaper till hur olika näringsämnen digererar, absorberas samt omsätts i kroppen och hur bristande funktion kan ge upphov till olika symptom och olika sjukdomar (S3).

Använda modeller och laboriemetoder för att analysera, medvetandegöra och lära sig komplexa samband kring grundläggande cellbiologiska mekanismer, metabolism samt kroppens olika funktionssystem; samlar och analyserar information kring både basvetenskapliga och kliniska frågeställningar, samt kunna arbeta i en blandad grupp och enskilt och i team kunna redovisa resultaten (M2).

Genom ett analytiskt och vetenskapligt förhållningssätt visa förståelse för sjukdomars uppkomstmekanismer (S3).

#### Specifika mål:

**Kommentarer:** De detaljerade lärandemålen som finns angivna på de följande sidorna avseende kunskaper och förståelse, är nivåindelade enligt SOLO-taxonomin: I mål som du skall **kunna redogöra för/beskriva (S2)** och andra mål som du skall **känna till/kunna identifiera (S1)**. Med **S2** avses en mera sammansatt och detaljerad kunskap. Med **S1** avses en enklare form av kunskap, som ofta avser endast principer eller en väldigt exakt/specifik kunskap. OBS - **känna till** skall dock ej tolkas såsom att det är mindre viktigt utan att detaljnivån på lärandemålen är på en enkel SOLO-nivå. Med **analysera/relatera/förstå** avses en högre SOLO-nivå (S3 eller S4).

## DELAVSNITT I (KOLHYDRATMETABOLISM)

### Hormonell reglering och glukosupptag:

*Specialföreläsning under avsnitt 3 + sem. 4 och 6 + kolhydratlaborationen* (F: kap. 8:II+IVA1, kap 11:VC3 (7:e uppl.) resp. VC2 (6:e uppl.), fig. 11.9-11.10 o 11.13, kap. 17:IIID1 (fig. 17.7-17.8, 17.11), fig. 18.24 och 18.28, kap. 23:I-IIC, 23:IIIE och 23:III (enbart signaltransduktion) samt kap. 33:IVA2 och fig 33.10-33.11 (7:e uppl.) resp. 32:IVB och fig. 32.10-32.11 (6:e uppl.). RB: kap 2 och sid 628-633 samt 689-695 (5:e uppl.) resp. sid 6-21, 24-39, 589-596 och 649-657 (4:e uppl.). BB: valda delar av kapitel 3-5 (2:a upplagorna) resp. kap. 3-4 och 6 (3:e uppl.).

Glukostolerans kommer även på sem. 11.

(Alberts [ECB] - valda delar av kap 16 och 12 "Cell Signaling" and "Transport Across Cell Membranes", respectively.)

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- beskriva den principiella strukturen hos hormonerna insulin, glukagon, adrenalin och kortisol.
- redogöra för hur olika hormoner reglerar blodsockernivåerna: vilka hormoner deltar och vilka effekter dessa hormoner har på intermediärmetabolismen (ange vilka processer som stimuleras och hämmas av resp. hormon)?
- redogöra för hur **glukosupptaget** sker i olika vävnader, samt hur det regleras.
- förklara vad som menas med glukostolerans, samt redogöra för hur glukostoleransen kan bestämmas hos en patient.
- redogöra för insulins, glukagons, adrenalins och kortisols **signaltransduktionssystem** genom att beskriva de olika receptorproteinernas struktur (7-TM/"GPCR", insulinreceptorn och glukokortikoidreceptorn) och olika kopplingar intracellulärt (signaltransduktion, via G-protein, cAMP-systemet och PKA, fosfatidylinositolkaskaden [IP<sub>3</sub>, Ca<sup>2+</sup> och/eller DAG, PKC], Ca<sup>2+</sup>-calmodulin) samt för insulin (IRS, PIP<sub>2</sub>, PDK1 [PDK1], Akt [PKB]) och glukokortikoiders (intracellulära DNA-bindande receptorer) [se också DFM1:2] (S2); studenten skall känna till att insulin (via t.ex. FOXO) och glukagon (via CREB) kan påverka genom genreglering och att insulin kan påverka många enzymer och processer nedströms om Akt (t.ex. kinaserna mTOR och S6, olika proteinfosfataser och fosfodiesteraser, samt transportproteinet GLUT4) (S1).
- beskriva hur den biologiskt aktiva C-peptiden bildas, dess kliniska betydelse som markör av funktionella β-celler (S2); studenten skall känna till teorier rörande C-peptidens signaltransduktion i relation till insulins signalering (S1).
- redogöra för olika transportprinciper över cellmembraner med utgångspunkt från konkreta exempel i metabolismen [se också DFM1:3 och DFM1:2].

**Glykolysen och glukoneogenesis:** *Introduktionsföreläsning + Sem. 4* (F: kap 8; kap 10) + *kolhydratlaborationen + uppföljningsföreläsning 1.*

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- redogöra med hjälp av en summaformel för **glykolysen** (aerob och anaerob) resp. **glukoneogenesisen**.
- redogöra för **glykolysens** hela reaktionssekvens (OBS strukturformler endast för förståelsen) enligt det metabola schemat.
- redogöra för substrat, produkt, enzym och ev. coenzym för följande steg i glykolysen: ATP-förbrukande steg, ATP-producerande steg = "**substratfosforyleringar**" (substratnivå-fosforylering), red-ox-reaktioner (aerob resp. anaerob).
- redogöra för **energiutbytet** i glykolysen (ATP-bildning under aeroba resp. anaeroba förhållanden samt i den röda blodkroppen).
- känna till vad som menas med "**högenergiföreningar**" och vilka som bildas i glykolysen samt kunna beskriva vad som karakteriserar dessa föreningar [se också DFM1:1b].
- redogöra för hur glykolysen kan fortgå, under anaeroba betingelser.
- redogöra för vilka enzymsteg som är viktiga för glykolysens **reglering**, samt beskriva hur resp.

enzym regleras.

- beskriva hur 2,3-BPG bildas i de i röda blodkroppar samt kunna redogöra för betydelsen av 2,3-BPG i dessa celler.
- beskriva var i kroppen **glukoneogenesen** sker, och hur de **viktigaste prekursorerna** metaboliseras till glukos.
- redogöra i detalj (substrat, produkt enzymer och ev. coenzym) för de steg som skiljer glukoneogenesens reaktionssekvens från en omvänd glykolys samt känna till hur mycket **energi** som åtgår vid bildning av glukos från laktat och andra glukogena substrat.
- redogöra för glukoneogenesens **reglering och Coris cykel**.

**Mitokondrien och citronsyracykeln:** *Specialföreläsning* (F: kap 6; ECB: kap 14 [sid 447-469]) + *sem. 5* (F: kap 9 och 28:VI-VIII, fig. 28.12) + *uppföljningsföreläsning 1*.

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- beskriva **mitokondriens** principiella uppbyggnad, samt det **inre mitokondriemembranets** struktur och funktion.
- redogöra för hur **transport** av substrat sker över det inre mitokondriemembranet.
- redogöra i detalj (substrat, produkter, enzym, coenzym) för de olika **skyttelsystemen** för reducerade coenzymer samt beskriva hur energiutbytet påverkas om transporten sker med malat-aspartat-skytteln resp. glycerol-3-fosfat-skytteln.
- redogöra för pyruvats inträde i **citronsyracykeln**: oxidativ dekarboxylering, resp. karboxylering av pyruvat (strukturformler, enzymer, coenzymer, reglering).
- redogöra för citronsyracykeln med hjälp av en summaformel, som nettomässigt beskriver vad som sker med substratet acetylCoA (Vilka andra substrat behövs? Vad bildas molekylärt och energimässigt?).
- redogöra för citronsyracykelns reaktionssekvens (strukturformler för förståelsen) enligt metabola schemat (OBS endast stegen som finns angivna i F/HF).
- redogöra för substrat, produkt, enzym och ev. deltagande coenzym för följande reaktionssteg: red-ox-reaktioner, substratfosforyleringar, dekarboxyleringssteg.
- beskriva pyruvat- och  $\alpha$ -ketoglutarat-dehydrogenaskomplexens (PDH resp.  $\alpha$ -kgDH) uppbyggnad, coenzymer och funktion, samt hur PDH-komplexet regleras.
- redogöra för **energiutbytet** i citronsyracykeln (TCA-cykeln).
- beskriva vilka reaktionssteg som är de huvudreglerade, samt kunna redogöra för vilka övriga reglerade enzymsteg som det finns i citronsyracykeln och hur de regleras.
- relatera betydelsen av tiaminbrist, såsom vid Wernicke-Korsakoffs syndrom, till aktivitet i TCA-cykeln.
- redogöra för **elektrontransportkedjans** principiella uppbyggnad och funktion med avseende på **enzymkomplexens funktion**, mobila "carriers", föreningar som bildar redoxpar, principen för **redoxparens inbördes ordning**, och hur återoxidation av NADH resp. FADH<sub>2</sub> sker, samt hur den kemiosmotiska gradienten driver bildningen av ATP (ATP-syntas).
- redogöra för olika sätt som FADH<sub>2</sub> kan koppla till den mobila "carrieren" coenzym Q.
- känna till vad som menas med **oxidativ fosforylering, elektrontransportkedjan, andningskedjan** samt betydelsen av "uncoupling protein" och skillnaden mellan vit, brun och beige fettväv.

**Glykogenomsättning, omsättning av fruktos och galaktos samt HMP-shunten:**

*Sem. 6* (F: kap 11; kap 12; kap 13:I-IVA [sid 145-147], kap 13:V och 14:IIIA-B (ytligt)) + *uppföljningsföreläsning 1*.

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- redogöra i detalj (substrat, produkter) för **glykogenesens** resp. **glykogenolysens** hela

reaktionssekvens (OBS strukturformler endast för förståelsen).

- redogöra för vilka enzymer som deltar i **glykogenesen** och vilka funktioner de har.
- beskriva vad som menas med glykogenprimer, hur aktivering av glukos går till samt vad glykogenin är och vilken funktion proteinet har.
- redogöra för vilka enzymer som är nödvändiga för **glykogenolysen** och hur processen tillgår, samt känna till vad som menas med fosforolys.
- redogöra i detalj för hur glykogenomsättningen **regleras** via hormoner och allosteriska effektorsubstanser.
- känna till i vilka organ glykogen lagras och vilken metabol roll de olika **glykogendepåerna** spelar.
- redogöra för **metabolismen av fruktos och galaktos**, samt sorbitol (*sem. 11*), och betydelsen av UDP-hexos-4-epimeras.
- beskriva HMP-shuntens (**formelmässig förståelse fram till ribos-5-fosfat**) och kunna redogöra i detalj (substrat, produkter, enzym) för de **NADPH-producerande stegen, HMP-shuntens viktigaste funktioner; xylulos-5-fosfats** eventuella roll vad avser nybildning av fettsyror (lipogenes).
- beskriva betydelsen av HMP-shuntens irreversibla (inkl. reglering) och reversibla delar.

#### Studenten ska känna till

- **hexosaminvägen** och bildningen av **N-acetylglukosamin**: byggsten för bl.a. GAG [se avsnitt DFM1b o DFM1:2] samt substrat som använts för kovalent modifiering av proteiner; O-glykosylering medierad av enzymet **N-acetylglukosamintransferas (OGT)** (se också metabol integrering del 1).
- **polyolvägen** och bildningen samt metabolismen av sorbitol (*sem 11*).

## DELAVSNIITT II (LIPIDMETABOLISM)

### Lipogenes (nysyntes av fettsyror ibland också triacylglyceroler):

*Sem. 7 (F: kap 16 [sid 181-189]; [ytligt sid 213-215]; fig. 28.16)*

+ *uppföljningsföreläsning 2.*

*Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- redogöra för vad som händer när det blir energiöverskott i mitokondrien (Vilken förening lämnar mitokondrien? Kopplingar mellan citronsyracykeln och glykolysen. Citratlyas.)
- definiera vad som menas med **lipogenes**, samt kunna redogöra för när denna process äger rum och vilken betydelse lipogenesen har hos människa.
- redogöra för fettsyrasyntesens huvudreglerade steg (substrat, produkt, coenzym och enzym [acetyl-CoA-karboxylas]) samt kunna beskriva hur detta enzym regleras.
- redogöra för vilka enzystem som behövs för nysyntes av fettsyror: Hur går **fettsyrasyntesen** till (strukturformler), vilken subcellulär lokalisering har den och var i kroppen sker nysyntes? Vilken fettsyra bildas primärt? Vilket coenzym behövs i fettsyrasyntesen och i vilka olika metabola processer bildas detta coenzym?
- redogöra med en summaformel för de reaktioner som katalyseras av **fettsyrasyntas**.
- beskriva principer och subcellulär lokalisering för förlängning och införande av dubbelbindningar i fettsyror, samt kunna redogöra för syntesen av arakidonsyra från linolsyra.
- redogöra för **syntesen av triacylglyceroler (triglycerider)** i lever, fettväv och tarmmukosa samt bildningen av glycerol-3-fosfat från glukos och glycerol.

### Studenten ska känna till

- **ChREBP** och **SREBP<sub>1c</sub>** som sensorer av kolhydrater eventuell regulator och ”koordinator” av lipogenesis på gennivå [se också DFM1:5].
- **Lipin** – familj av fosfataser involverade i TAG och fosfolipidbiosyntes samt i genreglering.
- **AMPK** – familj av kinaser involverade i bl.a. lipogenes och kolesterolomsättning.

### Fosfolipidomsättning:

*Sem. 7 (F: kap 17 [sid 203-207]) + uppföljningsföreläsning 2.*

#### *Kunskaper och förståelse.*

##### Studenten ska kunna

- redogöra (substrat, produkter) för nysyntes av **fosfolipiderna** fosfatidylkolin, fosfatidyletanolamin, fosfatidylserin och fosfatidylinositol.
- redogöra (substrat, produkter) för omvandling av fosfatidylserin till fosfatidyletanolamin och fosfatidylkolin, samt av fosfatidyletanolamin till fosfatidylserin.

### Studenten ska känna till

- funktionen av fosfolipas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, och C och fosfolipidernas roll i cellen.
- ceramid, och olika sfingolipiders principiella uppbyggnad och roller i cellen.

### Lipolys:

*Sem. 8 (F: kap 16 [sid 189-200]; sid 177 [fig. 15.6]) + uppföljningsföreläsning 2.*

#### *Kunskaper och förståelse.*

##### Studenten ska kunna

- redogöra för **lipolysen** (substrat, produkter, enzymer och betydelsen av Perilipin och CGI-58) och dess hormonella reglering i fettväven.
- beskriva tillstånd med ökad lipolys och redogöra för orsaker till detta.
- redogöra för transport av fria fettsyror i plasma, varför levern, men ibland muskulaturen, tar upp en stor del av fettsyrorerna samt känna till fettsyratransportörer (FATP) och fettsyrebindande proteiner (FABP).
- redogöra för var och hur glycerol metaboliseras.
- redogöra för aktivering av fettsyror samt **karnitinskyteln** och CPT-I's (CAT-I's) reglering.
- redogöra för **fettsyror β-oxidation** (m.h.a. en summaformel, samt med strukturformler, enzym, coenzym) och beskriva likheter med citronsyrcykeln's senare del.
  
- redogöra för nedbrytningen uddakolsfettsyror (samma som för vissa aminosyror) och betydelse av **vitamin B<sub>12</sub>** i denna process, samt kunna redogöra för metylmalonats kliniska relevans.
- redogöra för energiproduktion vid fullständig oxidation av fettsyror.
- beskriva skillnader och likheter mellan nysyntes och β-oxidation av fettsyror.
  
- redogöra för **biosyntesen** (strukturformler för substrat o produkter, enzym, coenzym) av **ketonkroppar** (Vilka är de?), biosyntesens lokalisering (I vilket organ och var i cellen bildas de?) samt reglering av biosyntesen (**ketogenes**).
- beskriva vid vilka tillstånd ketonkroppar bildas och redogöra för varför ett överskott av ketonkroppar bildas.
- redogöra för betydelsen av ketonkroppar och i vilka organ ketonkroppar **kataboliseras (ketolys)**.
- redogöra (substrat, produkter, enzym) för hur ketonkroppar **kataboliseras till acetyl-CoA**.

### Studenten ska känna till

- att  $\beta$ -hydroxybutyrat kan fungera som signalsubstans och binda till olika receptorer och bl.a. inhibera lipolysen.

### Kolesterolsättning:

Projektarbete kolesterol + lipidlaborationen + specialföreläsning (digestion o absorption avsnitt 3) + föreläsningar i samband med projektarbetet (F: kap 13:IV; kap 18:I-VI; laborationskompendiet).

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska kunna

- redogöra för **kolesterolsyntesen** (reaktionsformler [strukturformler enbart för förståelsen] från acetyl-CoA till och med mevalonsyra, därefter principerna (substrat, produkter och addition av fem-kolsfragment) för den vidare omvandlingen till kolesterol.
- redogöra för det hastighetsreglerande steget i kolesterolsyntesen med avseende på substrat, produkt och enzym och beskriva hur detta steg regleras fysiologiskt och farmakologiskt.
- beskriva huvuddragen i syntesen av **gallsyror** samt beskriva det hastighetsreglerande steget och dess reglering.
- beskriva konjugerade gallsalters bildning och struktur [se också DFM1:1b och DFM1:3].
- redogöra för tarmbakteriers påverkan på gallsyror och gallsalter [se också DFM1:3].
- beskriva var och hur absorption av gallsyror och gallsalter sker [se också DFM1:3].
- redogöra för det enterohepatiska kretsloppet [se också DFM1:3].
- beskriva de vanligaste **lipoproteinerna** och hur de skiljer sig åt med avseende på principiell lipidsammansättning och uppbyggnad: Vilken funktion har de? Varför tas fett i kylomikroner och VLDL framför allt upp av extrahepatiska vävnader (främst fettväv och muskler)?
- redogöra för lipoproteinlipasernas funktion och reglering i fettväv resp. muskel.
- redogöra för funktionen hos **apolipoproteinerna B, C-II och E** samt för funktionen hos enzymet **LCAT (PCAT)**.
- redogöra för **LDL-receptorernas** olika funktioner vid hälsa och sjukdom.
- redogöra för upptag av olika lipoproteiner (kylomikron "remnants", VLDL "remnants" (IDL), HDL och LDL), LDLs och kolesterols hantering intracellulärt, samt kolesterols feed back "signalerande" funktioner vad avser kolesterol-upptag, -syntes och -nedbrytning.
- förstå och kunna förklara uttrycken "det onda och det goda kolesterolet".
- redogöra för **oxidationshypotesen** och hur den anses koppla till ateroskleros.
- redogöra för postulerade mekanismer för hur ROS orsakar lipidoxidering av lipoproteiner samt membranskada.
- beskriva hur reaktiva **syreradikaler** samt **reaktiva syreföreningar** (=syrespecies) ROS elimineras.
- beskriva och teoretisera kring olika principer för att sänka blodkoncentrationen av LDL och olika anledningar till förhöjda blodfetter.

### *Kunskaper och förståelse.*

#### Studenten ska känna till

- hur mycket kolesterol som syntetiseras per dag.
- begreppet reaktiva **syreradikaler** samt **reaktiva syreföreningar** (=syrespecies) ROS, vilka de är och hur de bildas.
- glutations struktur (oxiderad och reducerad form) samt funktion.
- funktionen av superoxiddismutas, katalas och glutationperoxidas.
- specifika intermediärer i kolesterolsyntesen som kan används för andra metabola ändamål.
- argument som talar för och emot sambandet högt kolesterol och ateroskleros.
- begreppet neutrallipider och kunna namnge dessa (se lipidlaborationen).
- olika antioxidanter i födan och hur de fungerar.



### DELAVSNIITT III (AMINOSYRAMETABOLISM)

Introduktionsföreläsning + sem. 9 + klinikerföreläsning + uppföljningsföreläsning 3 (F: kap 19; kap 20 [ytligt sid VIB-E]; kap 21, kap 28:I-V, kap 13:IVE [sid 150-151]).

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- redogöra för generell aminosyrametabolism och ammoniaks metabolism.
- redogöra för mekanismer vid **transaminering**, vilka  $\alpha$ -ketosyror som deltar i upptaget av aminogrunder, vilka specifika reaktioner som katalyseras av ALAT (ALT) respektive ASAT (AST) samt kunna beskriva pyridoxalfosfats roll.
- redogöra i detalj (substrat, produkter, enzym, coenzym) för bildningen av alanin och glutamin i muskulatur.
- redogöra (substrat, produkter, enzym, coenzym) för **glutamatdehydrogenasets** roll vid oxidativ deaminering, och var denna sker.
- beskriva **glukos-alanin-cykeln**.
- redogöra för **ureacykelns** funktion (substrat, produkter, enzym), lokalisering och reaktioner (strukturformler enbart för urea, i övrigt endast för förståelsen).
- beskriva ureacykeln med en summaformel.
- redogöra för ureacykeln huvudreglerade steg (substrat, produkt och enzym [**karbamoylfosfatsyntetas I**]) samt kunna beskriva hur detta enzym regleras av **N-acetylglutamat**.
  
- beskriva den stegvisa bildningen av **kreatinfosfat** (reaktioner och organ), nedbrytning av denna högenergiförening samt kreatin, samt kunna beskriva vilken funktion som kreatinfosfat och **kreatinkinasa** har.
- redogöra för omvandling (substrat, produkter, enzymnamn o ev. coenzym) av fenylalanin till adrenalin (strukturformler för förståelsen) samt kunna beskriva vilken enzymdefekt som leder till fenylketonuri samt känna till andra sjukdomar associerade med denna metabola väg.
- beskriva bildningen (substrat, produkter, enzym) av serotonin (5-HT).
- beskriva bildning av NO (substrat, produkter, enzym) och histamin och känna till dessa föreningars funktion.
- redogöra för omsättningen av glutamin och dess betydelse för syra-basbalansen samt i detta sammanhang kunna redogöra för metabola skillnader mellan periportala och perivenösa hepatocyter.
- redogöra för slutstegen i valins och isoleucins nedbrytning och vitamin B<sub>12</sub> betydelse (se även ovan uddakolsfettsyror).
- redogöra för upptag och frisättning av aminosyror i muskulaturen och hur dessa processer regleras hormonellt.

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska känna till

- vad som menas med **katekolaminer** och hur dessa, liksom serotonin, principiellt inaktiveras.
- vad som menas med **ketogena** och **glukogena** aminosyror.
- mTOR som "centralt" kinas i regleringen av bland annat aminosyrametabolismen [kommer också på DFM1:5 – Metabola syndromet, samt på DFM2]

**Enkolpoolen:** Sem 9 + Uppföljningsföreläsning 3 (F: kap 20:III-IV, kap 28:II-III).

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- på ett översiktligt sätt beskriva omvandling av enkolfragmenten och känna till vilka aminosyror som kan avge enkolfragment.
- redogöra för bildning, nedbrytning och funktion av **S-adenosylmetionin (SAM)**.
- redogöra för bildningen av homocystein och dess nedbrytning till metionin, samt kunna redogöra för homocysteins kliniska laboriemässiga relevans.
- redogöra för enkolpoolens betydelse vid bildning av nukleotider och metionin.
- beskriva innebörden av den så kallade "**folatfällan**" och kopplingar till folsyra och B<sub>12</sub>.

**Hemmetabolism:** Specialföreläsning (F: kap 21:I-II och IV).

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- redogöra för biosyntesen av hem på ett översiktligt sätt (substrat och produkter i det reglerade steget [Ala-syntas], samt de steg som påverkas vid blyförgiftning, vad som menas med tidiga/sena hemsyntes-intermediärer, subcellulär lokalisering, principiell struktur för hem [fyra kondenserade porfobilinogen molekyler och en komplexbunden järnjon]).
- redogöra för vad som skiljer hembiosyntesen i benmärgen och levern (olika reglering av **ALA-syntas** 1 och 2).
- redogöra för förekomst och användning av järn, de vanligaste hemproteinerna, lagringsproteinerna ferritin och hemosiderin, transportproteinet transferrin.
- redogöra i detalj för nedbrytning av hem (från hemoglobin; samtliga substrat, produkter, enzym, coenzym, lokalisering av de olika delstegen och transport av intermediärer mellan de olika platserna) [kommer också på DFM1:5 - leverprojektet].

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska känna till

- **ikterus**/gulsot och olika typer (prehepatisk, hepatisk, posthepatisk ikterus).
- **porfyrier** vad som menas med tidiga/sena porfyrier, i relation till hembiosyntesen. Ljuskänsligheten vid sen porfyri.
- orsaker till "icterus neonatorum", begreppet "kernicterus", orsakssamband vid "erythroblastosis foetalis".

## DELAVSNITT IV (NUKLEOTIDMETABOLISM)

Introduktionsföreläsning + Sem. 10 + uppföljningsföreläsning 4 (F: kap 22; kap 29:I-IIB och IV:E).

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- beskriva den principiella strukturen hos naturligt förekommande nukleosider, samt deras nukleotidformer [se också DFM1:1b].
- beskriva skillnader mellan **deoxy-** och **ribonukleotider**, mellan **puriner** och **pyrimidiner**, samt redogöra för deras **nomenklatur** [se också DFM1:1b].
- redogöra (substrat, produkter, enzym, reglering) för bildningen av **PRPP**, samt olika reaktionerna i nukleotidmetabolismen där PRPP ingår som ribosdonator (tre olika reaktioner i ”salvage pathway” och två reaktioner i nysyntesen av puriner och pyrimidiner).
- redogöra (substrat, produkter) för de reaktioner som katalyseras av **ribonukleotidreduktas**, **tioredoxinreduktas**, **tymidylatsyntas** och **dihydrofolatreduktas**.
- redogöra för de reaktionssteg som krävs för omvandling av NTPs till dNTPs för vidare inkorporering i DNA (ex UTP till dCTP).
- redogöra (substrat, produkter) för **bildning av urat** från puriner och **xantinoxidaset**s roll.
- redogöra (substrat, produkter) för återanvändning av purinbaser via **HGPRT**, samt fosforylering av nukleosider upp till trifosfatnivå med hjälp av olika **kinaser**.
- redogöra för verkningsmekanismer för **allopurinol**, hydroxyurea, **5-fluorouracil**, **metotrexat**, **AZT** samt acyklovir.
- redogöra för de reglerade stegen i puriners respektive pyrimidiners ”de novo” syntes (substrat, produkter och enzym samt av vad).

Studenten ska känna till

- de olika molekylära källorna till purin respektive pyrimidin.
- vilka nukleotider som ingår i DNA respektive RNA samt principiellt kunna rita **hur en DNA-kedja byggs upp**, inklusive strukturer på sockerkedjan.
- principiella orsaker till **gikt** (”gout”).
- Lesch-Nyhans syndrom och orsaker till detta.
- att nukleotider och nukleosider kan fungera som signalsubstanser och binda till specifika receptorer (t.ex. ADP i trombocyter).

## DELAVSNITT V (ALKOHOLMETABOLISM och METABOL INTEGRERING)

### Alkohol:

*Specialföreläsning* (F: kap 23:IVC [spec. fig 23.15], kap 28:VIA2 samt *översiktsartikel på kurswebben* i anslutning till föreläsningen).

*Kunskaper och förståelse.*

Studenten ska kunna

- redogöra (substrat, produkter, enzymer, coenzymer, organ, subcellulär lokalisering, genetiska skillnader) för alla steg vid omvandlingen av etanol till acetyl CoA och vidare till koldioxid och/eller fettsyror.
- redogöra för och förklara bakgrunden till blodalkoholkurvan efter intag av etanol.
- redogöra för och förklara hur alkoholmetabolism kan påverka glukoneogenesen.

Studenten ska känna till

- interaktion mellan etanolmetabolism och metabolism av läkemedel och andra alkoholer.
- mekanismer bakom akuta alkoholeffekter på hjärnan.
- farmakologisk behandling av alkoholberoende.
- moderna teorier om hur cirros uppkommer.

## **Metabol integrering (del 1):**

*Klinikerföreläsning + sem. 11 + integreringsföreläsning metabolism (F: kap 3:IIF3 [HbA<sub>1c</sub>], kap 23-25, 14III samt kompendium kolhydratlaborationen).*

*Kunskaper och förståelse.*

### **Studenten ska kunna**

- redogöra för och analysera metabola förändringar vid diabetes och svält kontra födointag samt vid insulintillförsel och träning, samt på ett integrerat sätt kunna beskriva hur olika hormoner och intermediärer signalerar de olika metabola förändringar (S2, S3).
- beskriva varför man mäter HbA<sub>1c</sub> och vad som är normala och patologiska nivåer av blodglukos (S2).
- beskriva när och hur man utför en kolhydratbelastning och kunna redogöra för hur en normal och en patologisk belastningskurva ser ut (S2).
- redogöra för sorbitols metabolism och koppling till skador vid diabetes (S2).
- teorier för olika molekylära orsakssamband till skador vid diabetes (S2, S3).

### **Studenten ska känna till**

- nya teorier för hur insulin och/eller glukos samt metaboliter av glukos såsom xylulos-5-fosfat, fruktos-6-P, fruktos 2,6-bisfosfat kan påverka olika metabola enzymer och vägar (S1).
- hexosaminvägen och bildningen av N-acetylglukosamin samt hur N-acetylglukosamin genom bl.a. O-glykosylering medierad av enzymet N-acetylglukosamintransferas (OGT) kan vara involverad i sjukdomar som diabetes och cancer, liksom vid födointag (S1).

\*\*\*\*\*

## **GENERELLA FÖRTYDLIGANDEN**

I begreppen substrat och produkter (ovan) inräknas även nukleotider, cosubstrat såsom NAD/NADH och CoA (**OBS dessa är också klassade som coenzymer**), samt gaser som syre och koldioxid/vätekarbonat, liksom joner såsom oorganiskt fosfat.

Med en **summaformel** avses en formel som **nettomässigt beskriver samtliga substrat på den ena sidan och på den andra sidan samtliga produkter** d.v.s. en beskrivning vad som behövs och vad som nettomässigt bildas i en metabol väg/process.