KLINICKÁ BIOCHEMIE A PŘEHLED BIOANALYTICKÝCH METOD

Úvodní poznámky:

Obrat: desítky miliard Kč ročně, automatisace

výběr ze stanovení základních analytů nabízených Neurologickou klinikou v Nemocnice na Homolce a FN Karlovo náměstí (označení STATIM)

metody jsou pouze naznačeny, velmi rychlý vývoj, subjektivní výběr

materiál: S- serum, P - plasma, U - moč (sbíraná = za den)

xx - vyšetření, která se neprovádějí denně, nebo je rutina je objednat

1	Krevní plyny	kap	STAT?	124	Triacylglyceroly	S		200	Moč chemicky	STAT?	300	FW	P		339	PTT	P-citr.	STAT?
10	Sodík	S	STAT?	116	ELFO lipoprotein	S	xx	210	Močový sediment	STAT?	318	Krevní obraz	P-EDT	STAT?	340	Quick	P-citr	STAT?
11	Draslík	S	STAT?	81	Bilirubin celk.	S	STAT?	182	U-těhot.test		326	Leukocyty	P-EDT	STAT?			P-citr.	
12	Chloridy	S	STAT?	82	Bilirubin přímý	S		224	U-Bence-Jones		327	Trombocyty	P-EDT	STAT?	338	Fibrinogen	P-citr	STAT?
13	Vápník celkový	S		84	AST	S	STAT?	90	U-amyláza	STAT?	328	Diferenciál	P-EDT		344	Fibrinolýza	P-citr	
14	Vápník ioniz.	P-h		83	ALT	S	STAT?	25	U-osmolalita	STAT?					343	Trombinový čas	P-citr	STAT?
15	Hořčík	S		85	GMT (GGT)	S	STAT?	245	U-sodík	STAT?	322	Retikulocyty	P-EDT		352	Protein C	P-citr	xx
17	Fosfáty	S		86	Alk. fosfatáza	S	STAT?	246	U-draslík	STAT?	369	LE buňky		xx	363	Krvácivost		
18	Železo plasmat.	S		89	Alfa-amyláza	S	STAT?	247	U-chloridy	STAT?				xx	341	Faktor V	P-citr	
19	Vazeb.kap.železa	S		87	Cholinesteráza	S		248	U-vápník		358	Osmot.rezist.	P-EDT	xx	342	Faktor VII	P-citr	
23	Osmolalita	S	STAT?	88	Lipáza	S		250	U-fosfor		109	Myoglobin	S	STAT?	346	Konzumpce protrom	S	
21	Močovina	S	STAT?	91	Amoniak	P	xx	249	U-hořčík						345	Retrakce koagula	P	xx
22	Kreatinin	S	STAT?	36	Kys. fosfatáza	S		227	U-bílkovina						347	Etanolový test	P-citr	
50	Glykemie	S	STAT?	37	Prostat.fosfatáza	S		251	U-močovina						370	Agregace	P-citr	
26	Bílkovina celk.	S	STAT?	260	Creat.clearance	U		240	U-kreatinin		Jiná lab.vyšetření				364	Rumpel-Leede		
27	Albumin	S	STAT?	263	Creat.clearance	U4p		252	U-kys. močová		355	Dialyzát			353	FDP	P	STAT?
28	ELFO bílkovin	S		108	Troponin I	S	STAT?	230	U-glukóza/24hod		362	Spermiogram			349	D-dimer	P-citr	STAT?
38	Laktát	P	STAT?					225	U-glukóza poro.						350	AT III	P-citr	
35	Kys. močová	S						220	U-Hamburger						351	APC-R	P-citr	
180	CRP	S	STAT?	Domluvená vyšetření:														
101	CK	S	STAT?															
102	CK - MB	S	STAT?															
105	LDH	S																
120	Cholesterol celk.	S																
121	HDL-cholesterol	S																

Údaje o pacientovi a sběru moče

Váha pacienta:..... kg Výška pacienta:..... cm

24 hod porce:.....ml

Porce moče:

1.:.....ml/.....hod

2.:.....ml/.....hod

3.:.....ml/.....hod

4.:.....ml/.....hod

700 701 601 602

NATIVNÍ KREV - 10 ml zkumavka (plná)

- ☐ Natrium 35
- ☐ Kalium *7 36
- ☐ Chloridy 37
- ☐ Calcium *13 39
- ☐ Fosfor 40
- ☐ Železo 41
- ☐ Vazebná kapacita železa (+saturace) *16 42
- ☐ Měď 44
- ☐ Volná měď *202
- ☐ Hořčík 46
- ☐ Lithium 47
- ☐ Zinek 48
- ☐ Močovina 4
- ☐ Kreatinin *3 5
- ☐ Kyselina močová 6

LIPIDOVÝ SOUBOR *9

- ☐ Cholesterol 28
- ☐ HDL-cholesterol 30
- ☐ LDL-cholesterol 32 výpočet, 31
- ☐ Triacylglyceroly 29
- ☐ Apo A1 125
- ☐ Apo B 126
- ☐ Elfo lipoproteinů *11

PANKREATICKÝ SOUBOR

- ☐ Amylázа pankreatická 17
- ☐ Amylázа celková + 19
- ☐ Lipáza 22

JATERNÍ SOUBOR

- ☐ Bilirubin celkový 9
- ☐ Bilirubin přímý 10
- ☐ ALT 13
- ☐ AST 14
- ☐ ALP 16
- ☐ GMT 15
- ☐ CHE 21
- ☐ LD 23
- ☐ *LD izoenzymy* *52

ENZYMY

- ☐ CK 24
- ☐ CK-MB 25
- ☐ ACP (spec.odběr) 60
- ☐ PCP (spec.odběr) 61
- ☐ Kostní izoenzym ALP -205
- ☐ *ALP-izoenzymy (alfa)* 141

DIAGNOSTIKA ANEMIÍ

- ☐ Ferritin 646
- ☐ B12 366
- ☐ Folát 367
- ☐ Folát v erytrocytech 368
- ☐ Hematokrit 370 (uvést hodnotu)
- ☐ Transferin 57

BÍLKOVINY

- ☐ Celková bílkovina 50
- ☐ Albumin 51
- ☐ ELFO bílkovin *14
- ☐ Imunoelfo 139

IMUNOGLOBULINY *15

- ☐ IgG 70
- ☐ IgA 71
- ☐ IgM 72
- ☐ IgE 73

SPEC.BÍLKOVINY

- ☐ α 1 antitrypsin 74
- ☐ β 2 makroglobulin 75
- ☐ C3 komplement 76
- ☐ C4 komplement 77
- ☐ CRP 52
- ☐ Haptoglobin 78
- ☐ Orosomukoid 79
- ☐ Prealbumin 80
- ☐ Ceruloplasmin 81
- ☐ Transferin 57
- ☐ Ferritin 646
- ☐ β 2 mikroglobulin 641

ZÁKLADNÍ HORMONY

- ☐ TSH 205
- ☐ FT4 204
- ☐ beta HCG 529

DIABETOLOGICKÝ SOUBOR

- ☐ Glukóza 7, 56 plazma
- ☐ Fruktosamin 65
- ☐ Glykovaný hemoglobin 158 (spec.odběr)

LÉKY

- ☐ Digoxin 557
- ☐ Teofylin 558

FUNKČNÍ VYŠETŘENÍ

- ☐ Kreatininová clearence *170 kor. *171 nekor.
- ☐ Kreatininová clearence porovnaná
- ☐ Urobilináza - metabolické *25 za 24 hod. vyšetření *26 po zátěži
- ☐ Li-clearence *204

VYŠETŘENÍ V MOČI

Vzorek 10 ml moče

SBÍRANÁ MOČ

(nutno uvést diurézu)

- ☐ Natrium Na,K,Cl *24 615
- ☐ Kalium Na,K,Cl,Ca,P urea,krea,KM *23 617
- ☐ Chloridy 619
- ☐ Calcium 621
- ☐ Fosfor 623
- ☐ Močovina 604
- ☐ Kreatinin 606
- ☐ Kyselina močová 608
- ☐ Hořčík 679
- ☐ Měď 681
- ☐ Zinek 629
- ☐ Lithium 631
- ☐ Bílkovina 635
- ☐ Mikroalbuminurie (albumin) 637
- ☐ α 1 mikroglobulin 650
- ☐ β 2 mikroglobulin 651
- ☐ Typ.proteinurie 645
- ☐ Imunoelfo bílkovin 644
- ☐ 5-OHIO kyselina 641 (dieta)
- ☐ Vanilmandlová kyselina 639 (dieta)

NATIVNÍ MOČ

- ☐ Alyláza pankreatická 18
- ☐ Amylázа celková + 20

Razítko dělení: Podpis lékaře:

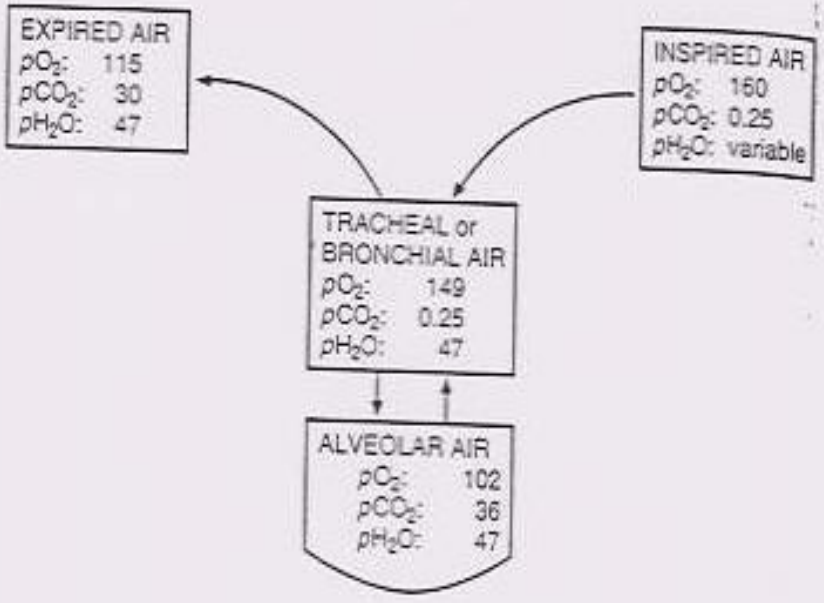
- ☐ Osmolalita séra 53
- moč 633

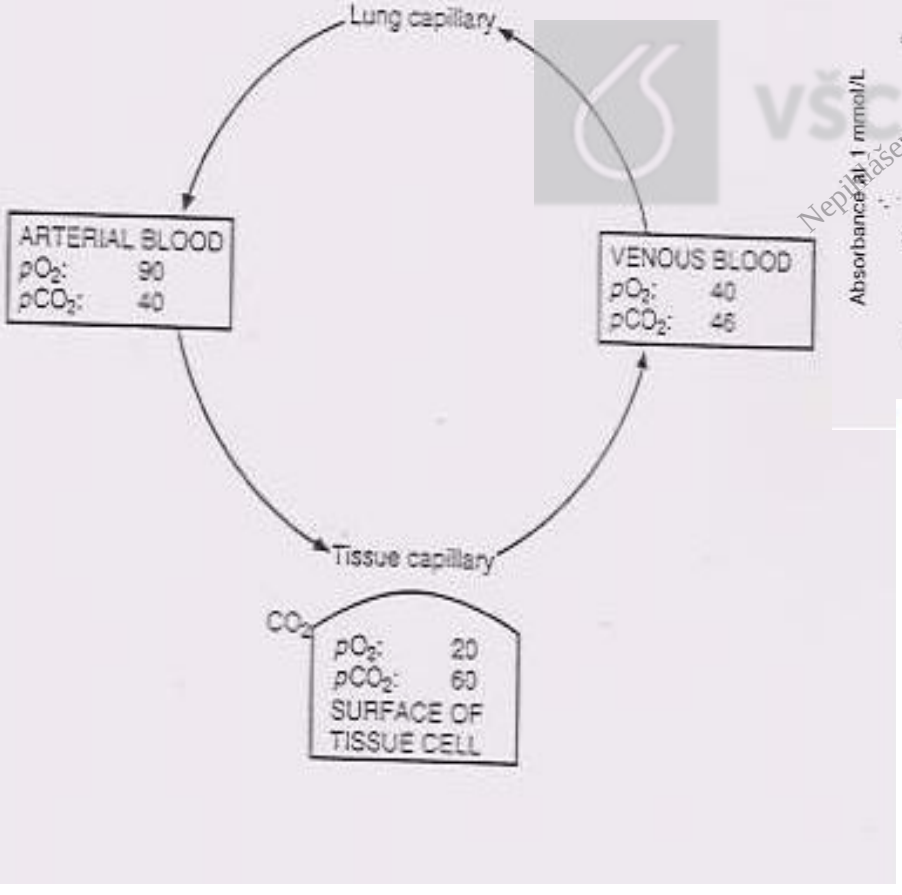
ÚLSCH PRAHA
(neoprávněný host (...)

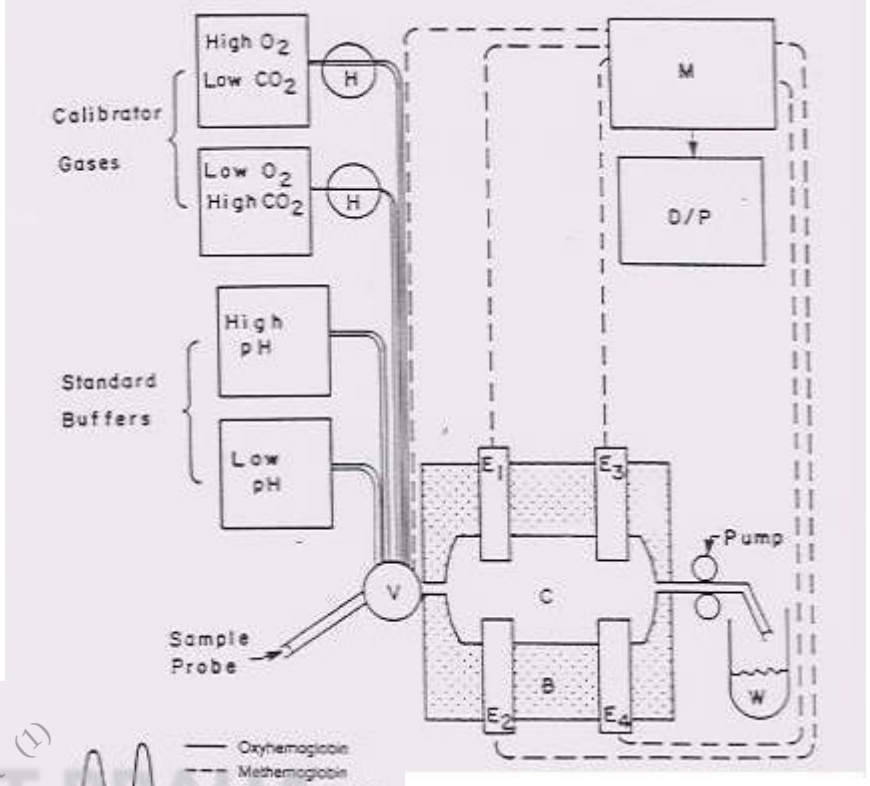
ZÁKLADNÍ IONTY + NÍZKOMOLEKULÁRNÍ LÁTKY

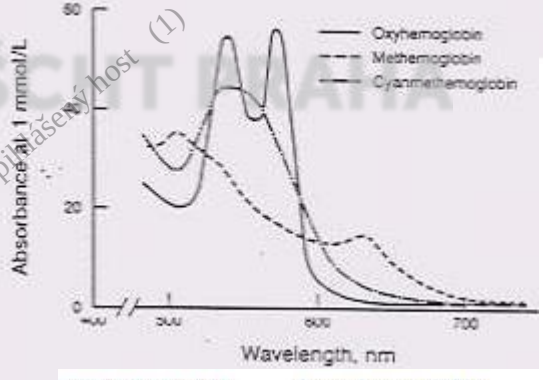
Analyt	Materiál	Hodnoty	Statim	Poznámky
krevní plyny:	kap. krev			"Astrupův přístroj":
pO_2(art.)		10-13 kPa (88-108 mmHg)	+	(Clarkovo čidlo pro měření pO_2, membránová skleněná pH-elektroda pro pCO_2,, skleněná elektroda pro pH)
pCO_2(art.)		4,6-6,0 kPa (35-45 mmHg)	+	
			+	měření saturace kyslíkem (laser): nad 95%
pH		7,35-7,45		acidosa, alkalosa
Na^+	S	136-145mM	+	iontově selektivní elektrody, plamenová fotometrie, AAS; pečlivá regulace, malé rezervy, hospodaření s vodou; asi 50 % Ca, Mg, a P volných
K^+		3,5-5,5 mM	+	
Ca^{2+}		2,1-2,6 mM	+	
Cl^-		100-106mM	+	
P_i		0,8-1,5 mM	+	
Mg^{2+}		0,70-1,0 mM	+	
osmolarita	S	285-295 mOsm/l	+	osmometr
Li	S	0,6-1,2 mM		plam.fotometrie, AAS, iont. selekt.elda; psychofarmakum
Cu	S	11-24 μM		AAS, spektrofotom. s chromogeny; řada onemocnění z nedostatku Cu
Zn	S	10-23 μM		AAS; nedostatek: zpomalení růstu a vývoje kostí, zvětšení jater...

Nejhledanější host (1)



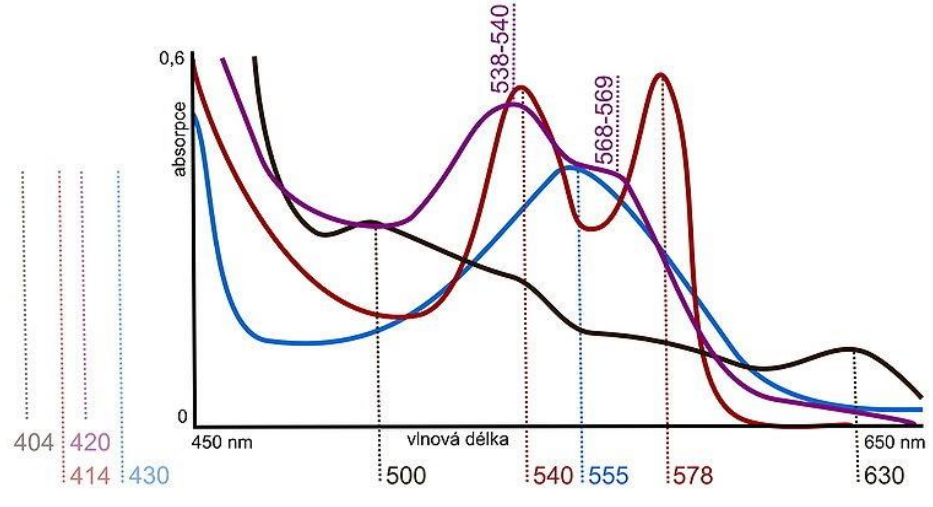




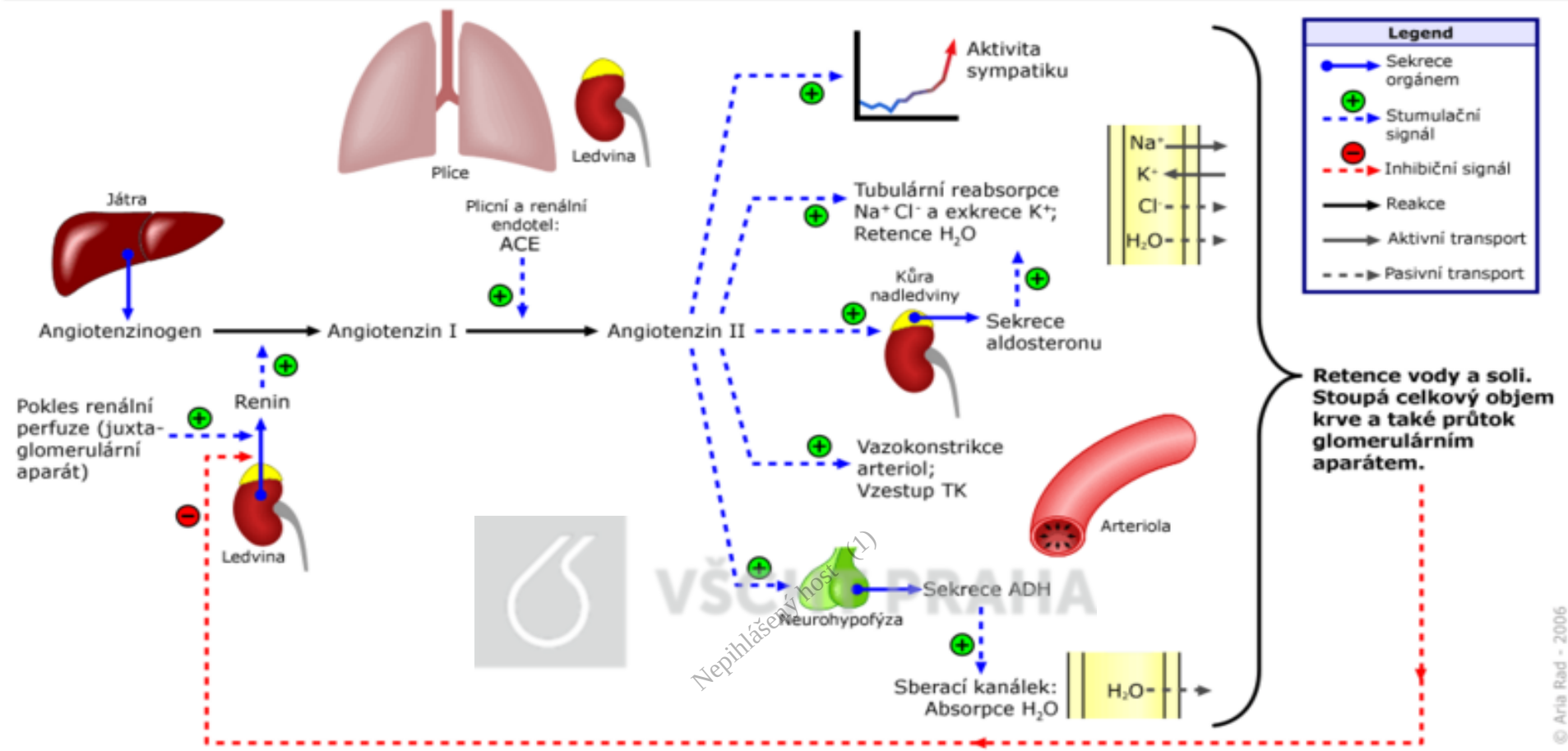


VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

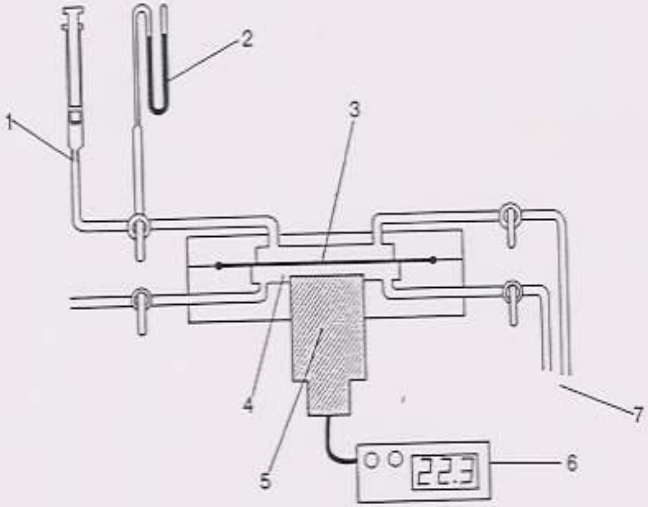
oxyhemoglobin deoxyhemoglobin methemoglobin karbonylhemoglobin



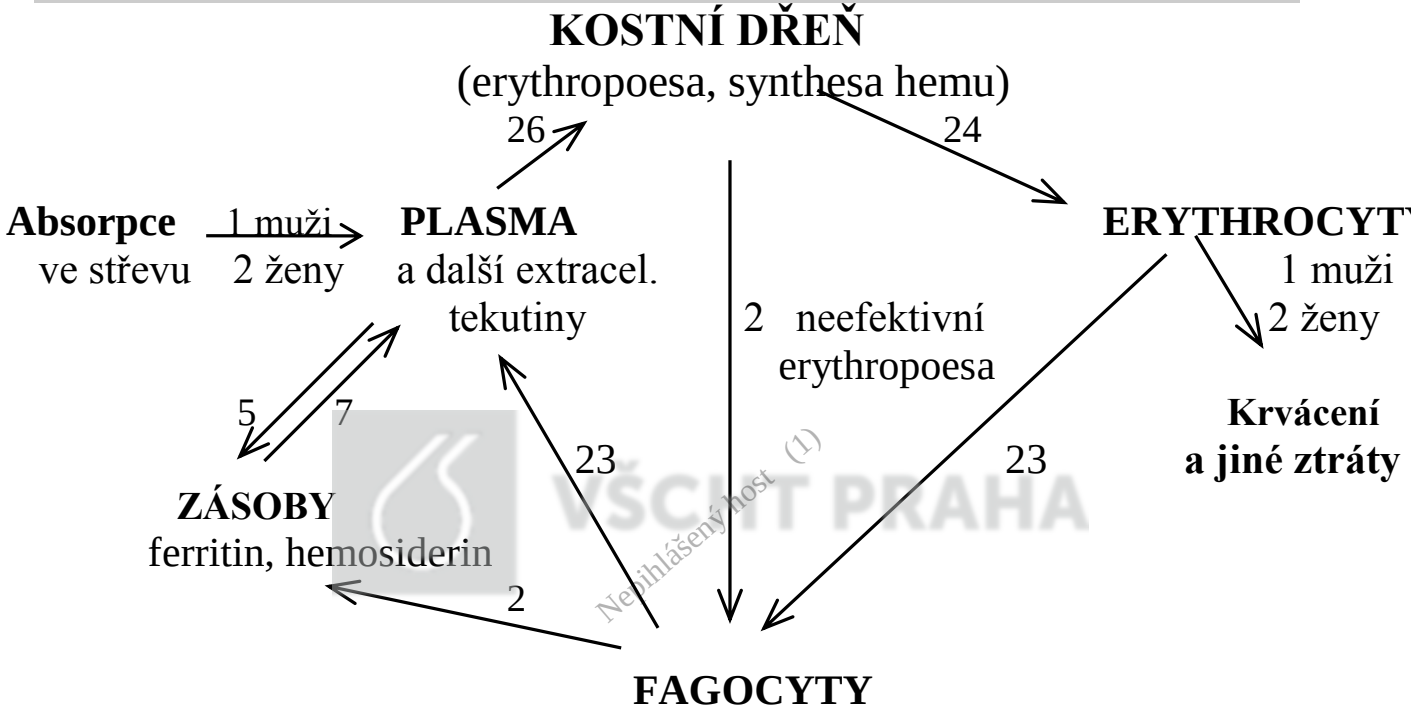
Systém renin-angiotenzin-aldosteron



VŠCHT PRAHA
Nepihlášený host (1)
© Aria Rad - 2006

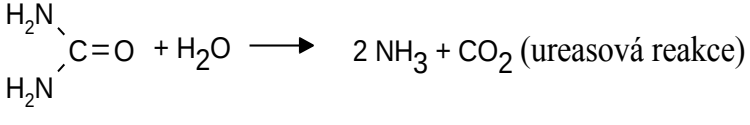


Fe plasmatické	S	10-27 μM	-	AAS, spekrtofot. s chromogenem
vazeb.kapact a Fe	S	40-72 μM	-	1/3 transferinové kapacity vysycena, úměrné množství transferinu



VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

močovina	S	3 - 7 mM	+	75 % nebílk. dusíku, synthesa v játrech, poměr močov/kreatinin: 48-80 (moly)



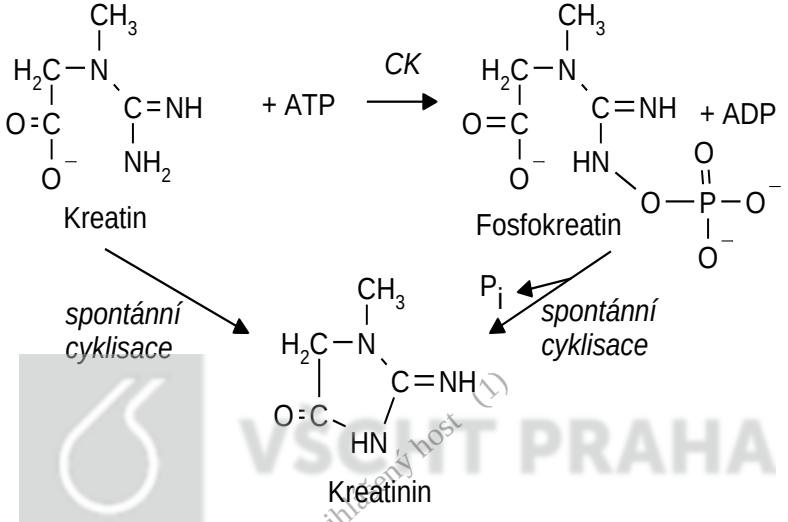
dále amoniak různě: - potenciometricky (iontově selekt. elektroda)

- reakce se salicylátem a chlornanem (barev. produkt)

- glutamátdehydrogenasová reakce:

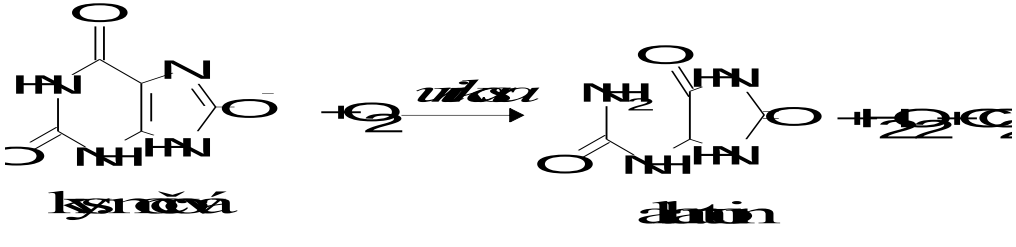
2-oxogluratát + NH_4^+ + NAD(P)H + H^+ → L-Glu + $NAD(P)^+$

kreatinin	S	88-130 μM	+	spektrofotometrie (s kyselinou pikrovou); množství úměrné množství svalové hmoty (1 - 2 % denně)



VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

kyselina močová	S	muži: 200-500 μM, ženy 105-360 μM		urikasová reakce, též spektrofot. s kys. fosfowolframovou; hlavní produkt odbourávání purinů (denně 400 mg), 75 % vylučováno močí, antioxidans, dna



H_2O_2 obvykle peroxidasovou reakcí (s chromogenním substrátem)

laktát	P	0,5-1,8 mM	+	elektroda (laktátoxidasa), LDH-reakce; poměr produkce (svaly, erythrocyty, mozek) a odbourávání (játra, ledviny) roste při nedostatečném zásobení tkání O_2, také při diabetu, drogovém předávkování .... Při skladování krve roste koncentrace!

Nepihlášený host (1)

LDH: CH_3-CH(OH)-COO^- + NAD^- → pyruvát + NADH + H^+ (abs. u 340 nm)
(rovnováha posunuta vlevo, možno odstraňovat pyruvát, zvýšit pH apod.)

MOČ (ionty + nízkomolekulární látky)

Analyt	Materiál	Hodnoty	Statim	Poznámky
Na^+ **K^+** **Ca^{2+}** **Cl^-** **P_i** **Mg^{2+}**	**U (sbíraná za den)**	40-220mmol 25-125mmol 0,13-1mmol 110-250mmol <32mmol 3-5 mmol	+ + +	viz stanovení v séru; složité rovnováhy anorganických iontů, široká rozmezí referenčních hodnot v závislosti na aktuálním příjmu
osmolarita	U (sbíraná)	300-900 mOsm/kg	+	viz stanovení v séru
Cu	U (sbíraná)	0,047-0,055 μmol		viz stanovení v séru
Zn	U (sbíraná)			viz stanovení v séru
močovina	U (sbíraná)	428-714 mmol		viz stanovení v séru
kreatinin	U (sbíraná)	7,1-15,9 mmol		viz stanovení v séru; ženy trochu méně, kreatininová clearence (funkce ledvin)
kyselina močová	U (sbíraná)	1,5-4,5 mmol		viz stanovení v séru; hodnoty při průměrné dietě
sediment	U		+	mikroskopická analysa sedimentu; bakterie (záněty ledvin a měchýře), krvinky, anorganické l.

VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

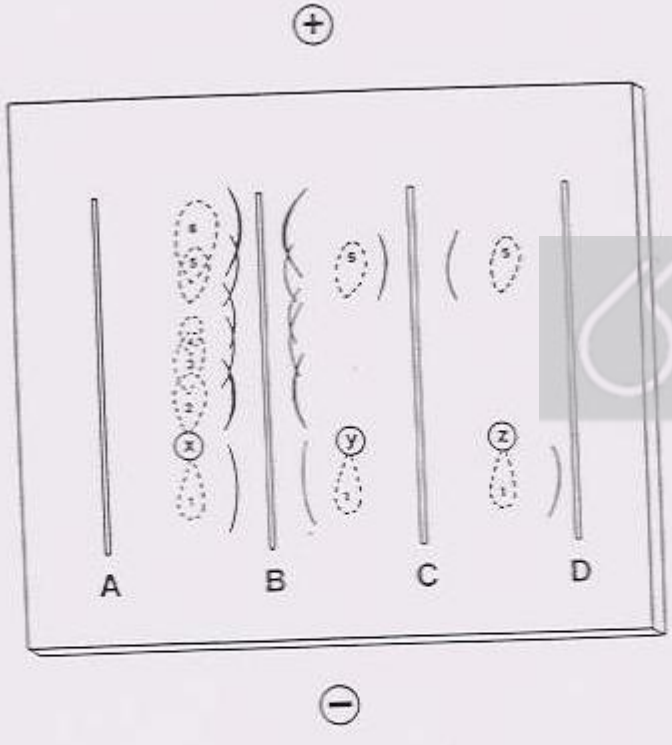
BÍLKOVINY V SÉRU

Analyt	Materiál	Hodnoty	Statim	Poznámky
bílkovina celková	S	60-80 g/l	+	biuret, Folin, UV, další chromogeny (amidočerň, Coomassie Blue...); viz albumin
albumin	S	30 - 50 g/l	+	vazba barviv (bromkresolová zeleň); snížení: nedostatečná synthesa (jaterní choroby), zvýšené odbourávání (záněty..), ztráty močí, nedostatek AK pro synthesu, **fce**: zásobárna AK, onkotický tlak, transportní prot. (MK, hormony,Ca^{2+}, hem, bilirubin...)
CRP (C-reaktivní protein)	S	80-800 mg/100 ml	+	imuno: RIA, nefelometrie, ELISA zvýšení: akutní zánět, nekrosa, nádor (nespecifický marker)... **fce:** součást obranného systému (aktivace komplementu)
myoglobin	S	80 mg/l)	+	imuno (AB nepůsobící na Hb); při poškození svalu zvýšeno (při infarktu myokardu již po 2 hod, až 30x po 4 hod)

VŠCHT PRAHA Nepihlášený host (1)

BÍLKOVINY V MOČI

Analyt	Materiál	Hodnoty (za den)	Statim	Poznámky
bílkovina celková	U (sbíraná za den)	10-150 mg	+	viz stanovení v séru
mikroalbuminurie (albumin)	U (sbíraná)	<80 mg		viz stanovení v séru



NORMAL (ADULT)

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	6800-8200
ALB	3500-5000
AAT	100-200
AAG	50-150
HAP	30-215
AMG	125-410
TRF	200-350
C3	70-150
C4	10-40
IgA	40-290
IgM	25-210
IgG	525-1650
CRP	<2

NORMAL (PEDIATRIC)

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	6900
ALB	4390
AAT	240
AAG	59
HAP	65
AMG	490
TRF	300
C3	127
C4	27
IgA	180
IgM	140
IgG	870
CRP	< 1

CHRONIC RENAL DISEASE

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	2340 ↓
ALB	1110 ↓
AAT	260 ↗
AAG	72 ↗
HAP	131
AMG	150
TRF	81
C3	71 ↗
C4	14 ↗
IgA	67 ↗
IgM	47 ↗
IgG	200 ↓
CRP	<1

IgG MONOCLONAL GAMMOPATHY (BENIGN)

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	6900 ↗
ALB	4380 ↗
AAT	200
AAG	90
HAP	75
AMG	220
TRF	270
C3	122
C4	24
IgA	70 ↗
IgM	170 ↗
IgG	1330 ↗
CRP	< 1

IgA MONOCLONAL GAMMOPATHY (MULTIPLE MYELOMA)

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	9100 ↑
ALB	2170 ↓
AAT	250
AAG	63
HAP	97
AMG	170
TRF	150
C3	90
C4	30
IgA	5800 ↑
IgM	24 ↓
IgG	200 ↓
CRP	<1

NEPHROTIC SYNDROME

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	2900 ↓
ALB	680 ↓
AAT	160 ↗
AAG	35 ↗
HAP	370 ↑
AMG	460 ↑
TRF	101 ↓
C3	125 ↗
C4	22 ↗
IgA	350 ↗
IgM	93 ↗
IgG	440 ↓
CRP	< 1

INFLAMMATION (ACUTE)

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	9700 ↗
ALB	2470 ↓
AAT	400 ↑
AAG	170 ↑
HAP	340 ↑
AMG	210
TRF	71 ↓
C3	120 ↗
C4	17 ↗
IgA	270
IgM	137
IgG	1440
CRP	9.8 ↑

SYSTEMIC LUPUS ERYTHEMATOSUS

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	7800
ALB	3390 ↗
AAT	230
AAG	43
HAP	111 ↗
AMG	240
TRF	310
C3	94 ↗
C4	12 ↗
IgA	650 ↑
IgM	170
IgG	2480 ↑
CRP	7.8 ↑

RHEUMATOID ARTHRITIS (ADULT)

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	6300
ALB	2840 ↗
AAT	400 ↑
AAG	150 ↑
HAP	290 ↑
AMG	148
TRF	220 ↗
C3	90 ↗
C4	13 ↗
IgA	260 ↗
IgM	880 ↑
IgG	930 ↗
CRP	6.1 ↑

IRON DEFICIENCY

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	6800
ALB	4170
AAT	280
AAG	44
HAP	101
AMG	220
TRF	530 ↑
C3	126
C4	22
IgA	150
IgM	82
IgG	880
CRP	< 1

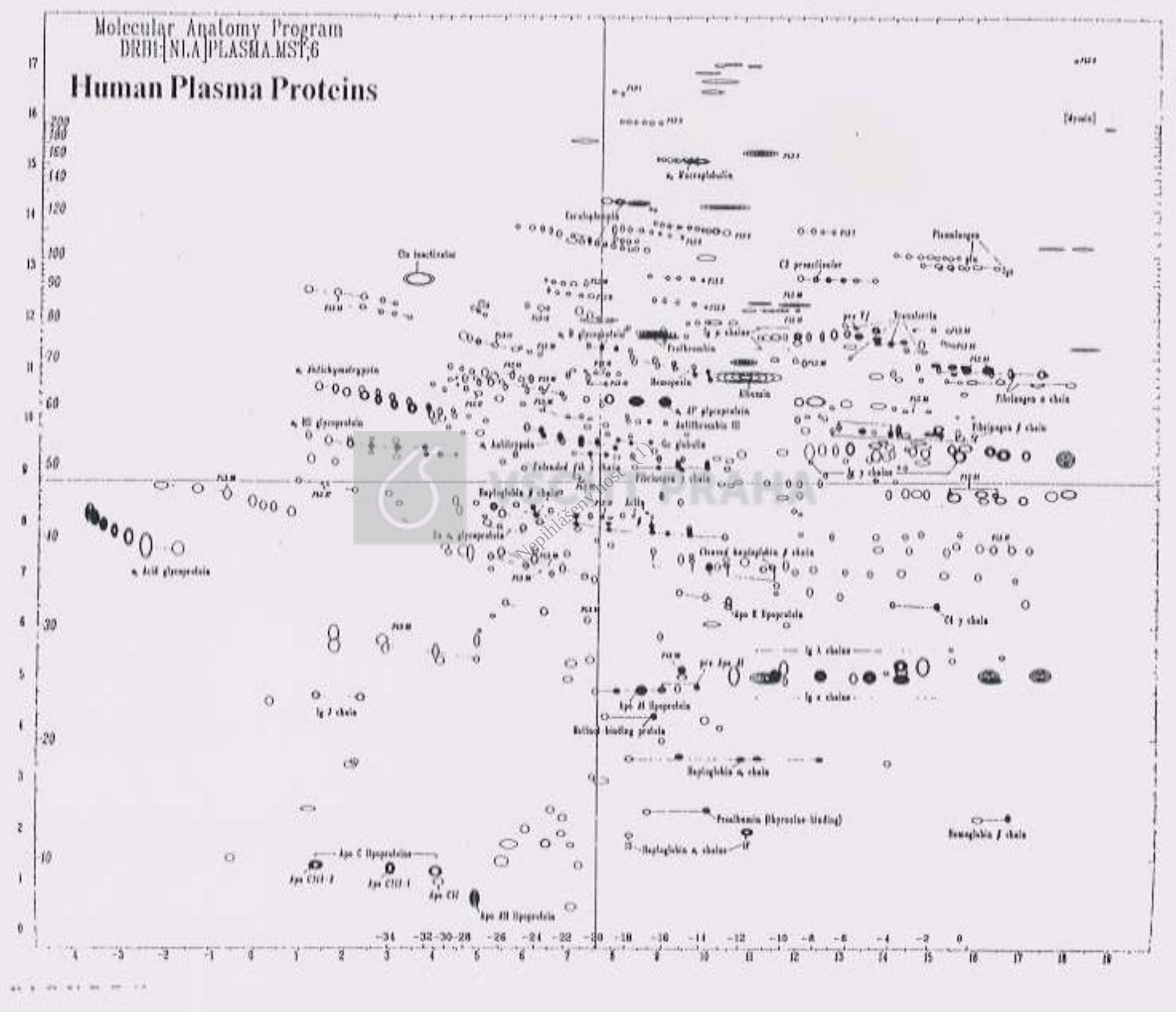
CHRONIC HEPATIC DISEASE

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	6300 ↗
ALB	2240 ↓
AAT	97 ↗
AAG	19 ↗
HAP	< 1 ↗
AMG	290
TRF	129 ↓
C3	53 ↗
C4	4 ↗
IgA	480 ↑
IgM	820 ↗
IgG	2370 ↑
CRP	< 1

CHRONIC HEMOLYSIS AND IRON DEFICIE

PROTEIN	CONCENTRATION (mg/dl)
TP	6300
ALB	4010
AAT	190
AAG	43
HAP	< 1 ↓
AMG	400
TRF	390 ↑
C3	134
C4	14
IgA	180
IgM	170
IgG	700
CRP	< 1

VŠCHT PRAHA
Nepřiřazený list (list)


Molecular Anatomy Program
DRBI:[NLA]PLASMA.MST;6
Human Plasma Proteins
α1 Antitrypsin
α1 Antichymotrypsin
α1 Fetoprotein
α2 Macroglobulin
Haptoglobin
Ceruloplasmin
C3 proactivator
Plasminogen
α2 HS glycoprotein
Prothrombin
Transferrin
Hemopexin
Fibrinogen α chain
α2 HS glycoprotein
Antithrombin III
Fibrinogen β chain
Antitrypsin
Gc globulin
Fibrinogen γ chain
Haptoglobin β chain
Ig γ chain
Ig λ chain
Ig κ chain
Ig A
Ig D
Ig E
Ig G
Ig M
Apo A-II lipoprotein
Apo A-I lipoprotein
Apo E lipoprotein
Apo C lipoprotein
Apo CIII-2
Apo CIII-1
Apo CII
Apo CI
Apo AIV lipoprotein
Retinol binding protein
Haptoglobin α chain
Prealbumin (thyroxine binding)
Hemoglobin β chain
Haptoglobin α chains
Nepřihlášený host (1)

HLAVNÍ BÍLKOVINY KREVNÍ PLASMY (tučně vyznačené jsou běžně stanovovány)

bílkovina	Ref. interv. (mg/dL)	poločas	pI	MW (kDa)	Sacharidy (% w/w)	Poznámky
prealbumin	20-40	12 h	4,7	54,4	0	transport thyroxinu a trijodthyroninu
albumin	3500-5000	15-19 d	4-5,8	66	0	viz výše
α_1-antitrypsin	78-200	4 d	4,8	55	12	inhybitor proteas, nedostatek →?? cirhosa
α_1-kyselý glykoprotein	50-150	5d	2,7-4	40	45	též orosomukoid, funkce neznámá, bílkovina akutní fáze (BAF) - zvýšení při zánětech
α_1-lipoprotein	170-325			200		též apolipoprotein A, transport lipidů
α_1-fetoprotein	?? (dospělí)			69		nejdůležitější fetální sérový prot., funkce??
haptoglobin	30-215	2 d	4,1	85	12	váže hemoglobin, redukován při hemolyse
α_2-makro-globulin	125-410	5 d	5,4	800	8	váže proteasy (trypsin, plasmin, kathepsin - stále aktivní), funkce při imunitní odpovědi a zánětech
ceruloplasmin	20-50	4,5 d	4,4	160	7	BAF, hlavní zásoba Cu, oxidasová aktivita (Fe^{2+}), antioxidační ochrana
transferrin	200-350	7 d	5,7	77	6	transport Fe, zvýšen při některých anemiích
hemopexin	50-115			57	40	váže hem (transport do jaterních buněk)
β-lipoprotein	60-155			515		též apolipoprotein B, transport lipidů
C4	10-40			206	7	součást komplementu, BAF
fibrinogen	200-400	2,5 d	5,5	340	3	BAF, prekursor fibrinu
IgG	525-1650	24 d	6-7,3	160	3	protilátky; vzrůst koncentrace při
IgA	40-390	6 d		170	8	zánětlivých procesech..., vzrůst při
IgM	25-310	5		900	12	neoplasiích imunitních buněk (B-lymfoc.)

VŠCHT PRAHA
Nepihlášený host (1)

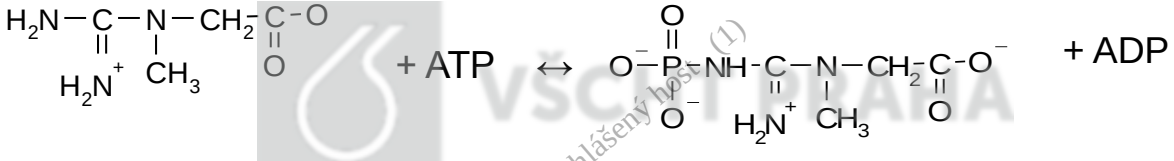
DIAGNOSTICKY VÝZNAMNÉ ENZYMY
Proč se intracelulární enzymy objevují v krvi?

Enzym	Hlavní zdroj	Hlavní klinické aplikace
alaninaminotransferasa*	játra, kosterní sval, srdce	onemocnění jater
aldolasa	kosterní sval, srdce	svalová onemocnění
alkalická fosfatasa*	játra, kost, střevní buňky, placenta, ledviny	onemocnění kostí a některé jaterní poruchy
α-amylasa*	slinné žlázy, pankreas, vaječníky	onemocnění pankreatu
aspartátaminotransferasa*	játra, kosterní svaly, srdce, játra, erythrocyty	infarkt myokardu, onemocnění jater a svalů
cholinesterasa	játra	otravy organofosfáty....
glutamátdehydrogenasa	játra	onemoc. jaterního parenchymu
γ-glutamyltransferasa*	játra, ledviny	onemocnění jater a žlučníku, alkoholismus
kreatinkinasa*	kosterní sval, mozek, srdce, hladké svaly	infakrt myokardu, svalová onemocnění
kyselá fosfatasa*	prostata, erythrocyty	karcinom prostaty
laktátdehydrogenasa*	srdce, játra, kosterní sval, erythrocyty, destičky	infarkt myokardu, hemolysa, onemocnění jater
5´-nukleotidasa	játra, žlučník	onemocnění jater a žlučníku
trypsinogen	pankreas	onemocnění pankreatu

VŠCHT PRAHA
Nepihlášený host (1)

* o těchto enzymech bude pojednáno v dalších tabulkách

Analyt	Materiál	Hodnoty	Statim	Poznámky
kreatinkinasa (CK)	S	M: 200-800 nkal/l Ž: 165-830 nkat/l	+	spřažené reakce, bioluminiscence; ↑ při svalových onemoc. (dystrofie), ale i po chirurg. zákroku, sepse, po některých léčivech...
CK-MB (muscle, brain) isoenzymy: dimer: CK-1 (BB), CK-2 (MB), CK-3 (MM)	S		+	ELFO na agaru, agarose.., ionto-měničová chrom., imunochem. metody (imunoinhibice..) srdce: hodně MB (diagnosa infarktu myokardu)



VŠCHT PRAHA
Nepihlášený host (1)

stanovení:

A:

$$\text{kreatinfosfát} + \text{ADP} \xrightarrow{CK\ (\text{pH } 6{,}7)} \text{kreatin} + \text{ATP}$$

$$\text{ATP} + \text{glukosa} \xrightarrow{HK} \text{glukosa-6-fosfát} + \text{ADP}$$

$$\text{glukosa-6-fosfát} + \text{NADP}^+ \xrightarrow{G6PD} \text{6-fosfoglukonát} + \text{NADPH} + \text{H}^+$$

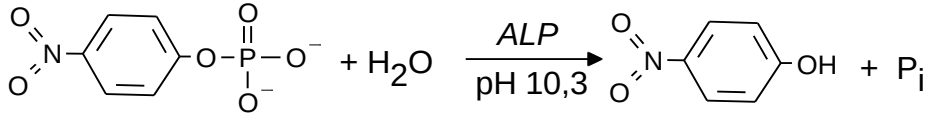
B:

$$\text{kreatin} + \text{ATP} \xrightarrow{CK\ (\text{pH } 8{,}8)} \text{kreatinfosfát} + \text{ADP}$$

$$\text{ADP} + \text{fosfoenolpyruvát} \xrightarrow{PK} \text{ATP} + \text{pyruvát}$$

$$\text{pyruvát} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightarrow{LDH} \text{CH}_3\text{-CH(OH)-COO}^- + \text{NAD}^+$$

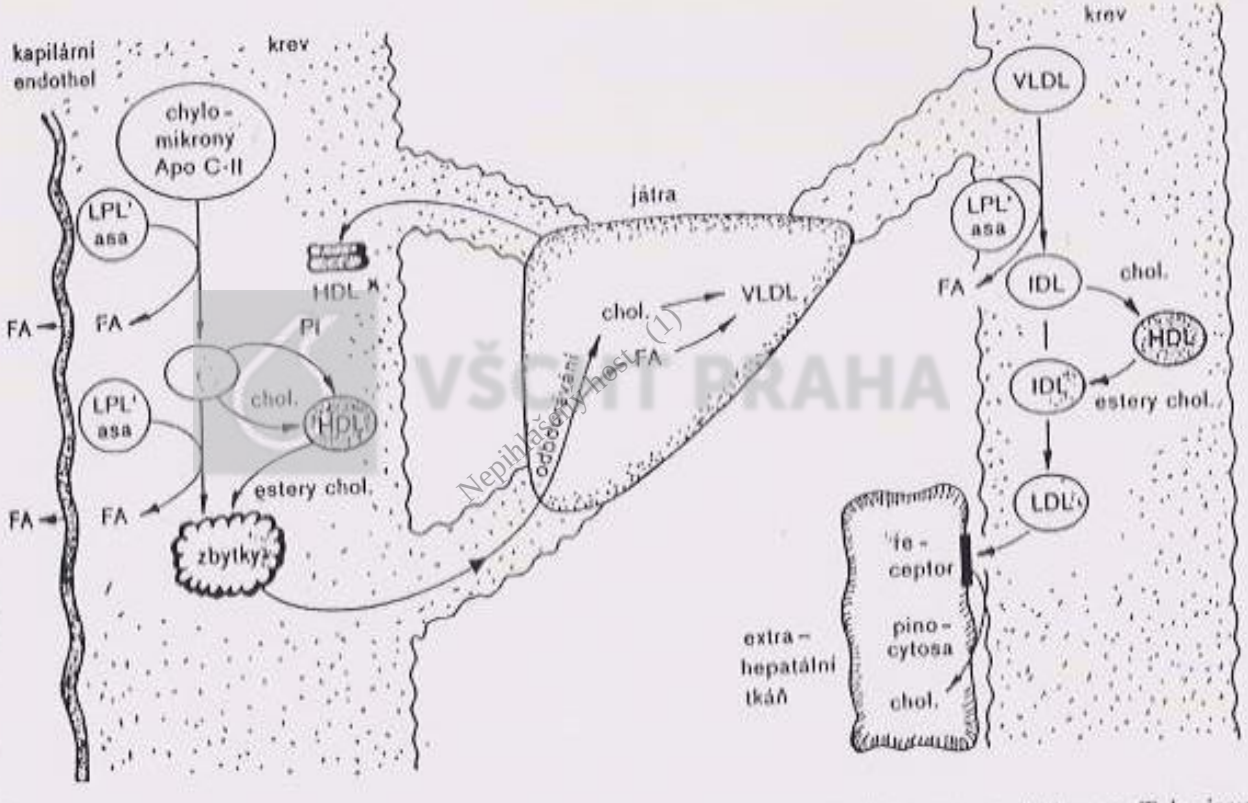
alkalická fosfatasa (ALP)	S	420-1500 nkat/l	+	nemoci jater a žlučníku (při obstrukci se indukuje vyšší synthesa), poruchy kostí (rakovina kostí, zlomeniny..)



kyselá fosfatasa (ACP)	S	M: 40-195 nkat/l Ž: 5-150 nkat/l		jiné chromogenní substráty; typické zvýšení u karcinomu prostaty, stanovuje se též imunochemicky ("prostate-specific antigen", PSA) - nádorový marker

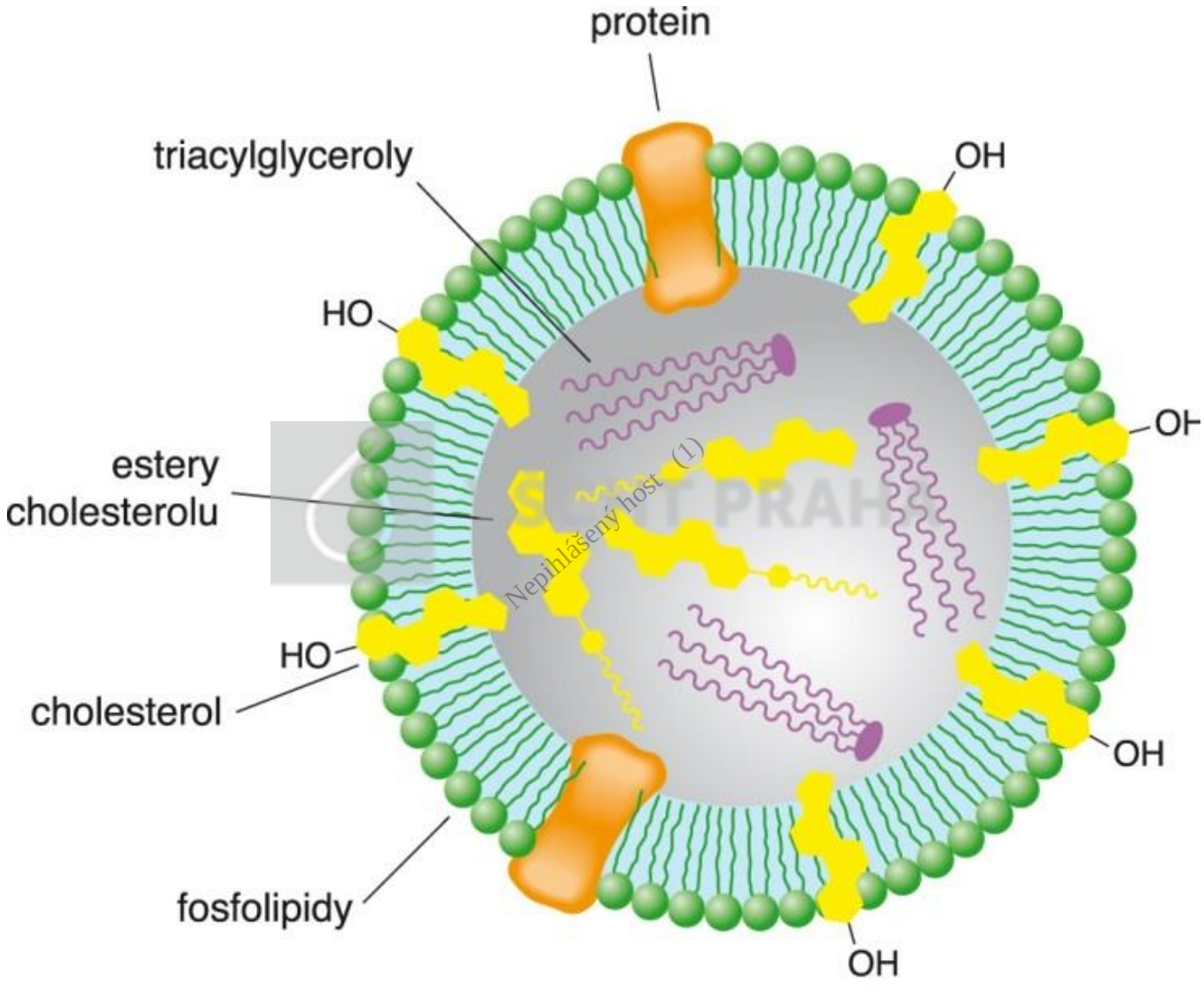
Nepihlášený host (1)

LIPIDOVÝ SOUBOR



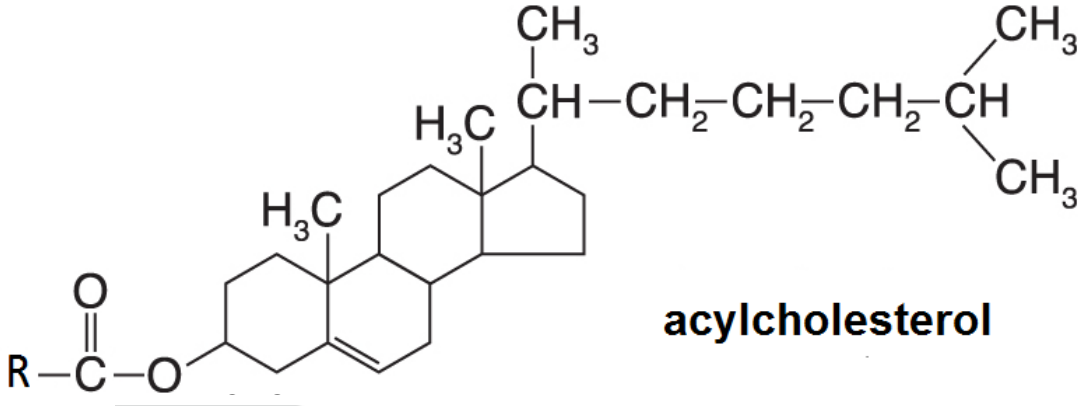
Obr. 3.10 Metabolismus lipoproteinů. Chylomikrony (vlevo) se intravasálně štěpí lipoproteinlipasou. Tuky jsou odbourávány trávením, cholesterol a fosfolipidy přecházejí do HDL a zbytky („remnants") se v játrech pomocí specifických receptorů pohlcují endocytosou a odbourávají v lysosomech. VLDL produkované játry se odbourávají rovněž intravasálně lipasou; při tom vznikají nejdříve IDL, které si vyměňují s HDL cholesterol, fosfolipidy a estery cholesterolu a nakonec přecházejí na LDL. LDL se vážou hlavně extrahepatálně částečně též v játrech, na receptory a internalisují se.

Nepřidávejte hosty (1)



Nepihlášený host (1)

cholesterol celkový (volný + esterifikovaný)	S	3,9-6,2 mM	rizikový faktor (oblíbené konverzační téma)



acylcholesterol

VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

cholesterolesterasa

acylcholesterol + H_2O ⟶ cholesterol + mastná kys.(R_1-COO^-)

cholesteroloxidasa

cholesterol + O_2 ⟶ cholest-4-ene-3-on + H_2O_2

peroxidasa

H_2O_2 + leukoforma barviva ⟶ barvivo (obvykle rovnovážná metoda)

HDL-cholesterol	S	0,8-2,0 mM	"hodný" cholesterol
LDL-cholesterol	S	1,8-5,0 mM	"zlý" cholesterol (přenos cholesterolu do tkání)
triacylglyceroly (triglyceridy - fuj)	S	0,3-1,7 mM (jako triolein)	hydrolysa mikrobiální lipasou

$$\text{triacylglyceroly} + 3\ H_2O \xrightarrow{\textit{bakteriální lipasa}} 3\ \text{mastná kyselina} + \text{glycerol}$$

$$\text{glycerol} + \text{ATP} \xrightarrow{\textit{glycerolkinasa}} \text{glycerol-3-fosfát} + \text{ADP}$$

$$\text{glycerol-3-fosfát} + O_2 \xrightarrow{\textit{glycerolfosfátoxidasa}} \text{dihydroxiacetonfosfát} + H_2O_2$$

$$H_2O_2 + \text{leukoforma barviva} \xrightarrow{\textit{peroxidasa}} \text{barvivo (obvykle rovnovážná metoda)}$$

VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

ELFO lipoproteinů	P	na agarosovém filmu
$ApoA_1$, $ApoA_2$		viz proteiny

TABLE 23–8. CLASSIFICATION OF HYPERLIPOPROTEINEMIAS

Lipoprotein Abnormality (Increase)	Plasma Appearance*	Total Cholesterol	Triglyceride	LDL-Cholesterol	HDL-Cholesterol	Apolipoprotein	Lipoprotein Electrophoresis	Lipoprotein Phenotype	Clinical Association
Chylomicrons	Creamy layer, infranate clear or slightly turbid	Normal to moderately elevated	Markedly elevated	Normal	Normal to decreased	↑ B-48 ↑ A-IV ↓↑ C-II	Intense band at origin	Type I†	Acute abdomen, pancreatitis
LDL	Clear, possible increase in yellow-orange tint	Usually elevated, occasionally within normal range	Normal	Elevated	Normal to decreased	↑ B-100	Increased band in β-region	Type IIA†	Markedly increased risk of CAD
LDL; VLDL	Clear to slightly turbid	Elevated, occasionally marginally so	Elevated	Elevated	Normal to decreased	↑ B-100	Increased β- and pre-β-band	Type IIB†	Increased risk of CAD
IDL	Turbid to opaque; thin creamy layer occasionally present	Elevated	Elevated	Normal to decreased	Normal to decreased	↑ E-II ↓ E-III ↓ E-IV	Broad β-band	Type III†	Increased risk of CAD
VLDL	Turbid to opaque	Normal to slightly elevated	Moderately to markedly elevated	Normal	Normal to decreased	↓↑ C-II ↑ B-100	Increased pre-β-band	Type IV†	Increased risk of CAD
VLDL; chylomicrons	Creamy layer, infranate turbid to opaque	Slightly to moderately elevated	Markedly elevated	Normal	Normal to decreased	↓↑ C-II ↑ B-48 ↑ B-100	Intense band at origin plus increased pre-β-band	Type V†	Pancreatitis, increased risk of CAD
HDL	Clear	Normal to moderately elevated	Normal	Normal	Elevated	↑ A-I ↑ A-II	Increased α-band	Hyperalpha-lipoproteinemia	Decreased risk of CAD

*After 16 h at 4 °C.
†Fredrickson's type.
Abbreviations: LDL, low-density lipoprotein; HDL, high-density lipoprotein; VLDL, very low-density lipoprotein; IDL, intermediate-density lipoprotein; CAD, coronary artery disease.

VSCHT PRAHA
Nepublikovaný text (1)

Historie mých lipidů

Datum	**TAG** 0,1 – 2,0 mmol/l	**HDL-cholesterol** 1,2 – 3,0 mmol/l	**Celkový cholesterol** 3,9-5,2 mmol/l	**Léčba**
27.1.06	10,9	0,9	6,06	Sortis 1/1
29.5.06	3,29	1,08	4,45	„
23.10.06	3,07	1,16	4,18	„
2.3.07	2,62	0,95	3,77	„
…	…	…	…	…
12.5.08	6,27	0,98	4,29	Lipanthyl 1/1
1.8.08	1,0	1,12	4,36	„
30.10.08	0,96	1,31	4.76	„
…	…	…	…	…
23.9.09	1,29	1,06	4,61	Lipanthyl 1/2
14.12.09	1,20	1,21	5,11	Lipanthyl 1/3
28.4.10	1,55	1,30	4,86	NIC!!
21.7.10	17,3	0,42	6,96	Lipanthyl 1/1
8.4.11	1,47	1,21	4,81	Lipanthyl 1/2
19.9.11	1,52	0,80	4,72	Lipanthyl 1/2
27.3.12	1,19	1,20	4,69	Lipanthyl 1/2
3.10.12	2,26	1,19	5,05	Lipanthyl 1/2
19.4.13	1,91	1,31	4,69	Lipanthyl 1/2

VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

PANKREATICKÝ SOUBOR

α-amylasa (celková)	S	1,5-4,6 μkat/l	+	enzymové testy; pochází především z pankreatu, zvýšení u pankreatitidy, ale také u nejrůznějších onemocnění v dutině břišní (i u apendicitidy...) a dalších poruch (popáleniny...) - příčina neznámá
pankreatická (jiný isoelektrický bod) - stanovuje se zvlášť	též U	2,5-30 μkat/l		

A:

$$\text{maltopentosa (nebo škrob)} \xrightarrow{\textit{α-amylasa}} \text{maltosa + maltotriosa (+ dextriny)}$$

$$\text{maltosa + maltotriosa} \xrightarrow{\textit{α-glukosidasa}} \text{glukosa (viz stanovení glc)}$$

B:

$$\text{maltotetrosa} \xrightarrow{\textit{α-amylasa}} \text{2 maltosa}$$

$$\text{maltosa + } P_i \xrightarrow{\textit{maltosafosforylasa}} \text{glukosa + glukosa-1-fosfát}$$

$$\text{glukosa-1-fosfát} \xrightarrow{\textit{fosfoglukomutasa}} \text{glukosa-6-fosfát}$$

$$\text{glukosa-6-fosfát + } NAD^+ \xrightarrow{\textit{glc-6-fosfátdehydrogenasa}} \text{6-fosfoglukonolakton + NADPH + } H^+$$

VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

lipasa	S	470-4700 nkat/l	alkalim. titrace, stanovení vol.glycerolu; působí na mezifází (kolipasa); zánět pankreatu nebo obstrukce ve vývodu z pankreatu

$$\text{1-oleoyl-2,3-diacetylglycerol + } H_2O \xrightarrow{\textit{lipasa + kolipasa}} \text{2,3-diacetylglycerol + oleová kys.}$$

$$\text{2,3-diacetylglycerol + 2 } H_2O \xrightarrow{\textit{diacetinasa}} \text{glycerol + 2 octová kys.}$$

dále viz stanovení glycerolu (triacylglyceroly)

JATERNÍ SOUBOR

Stanovení látek synthetisovaných

v játrech a vylučovaných do krve:

albumin - cholinesterasa -

- koagulační faktory

Stanovení látek metabolisovaných

v játrech:

bilirubin - cholesterol – triacylglyceroly -

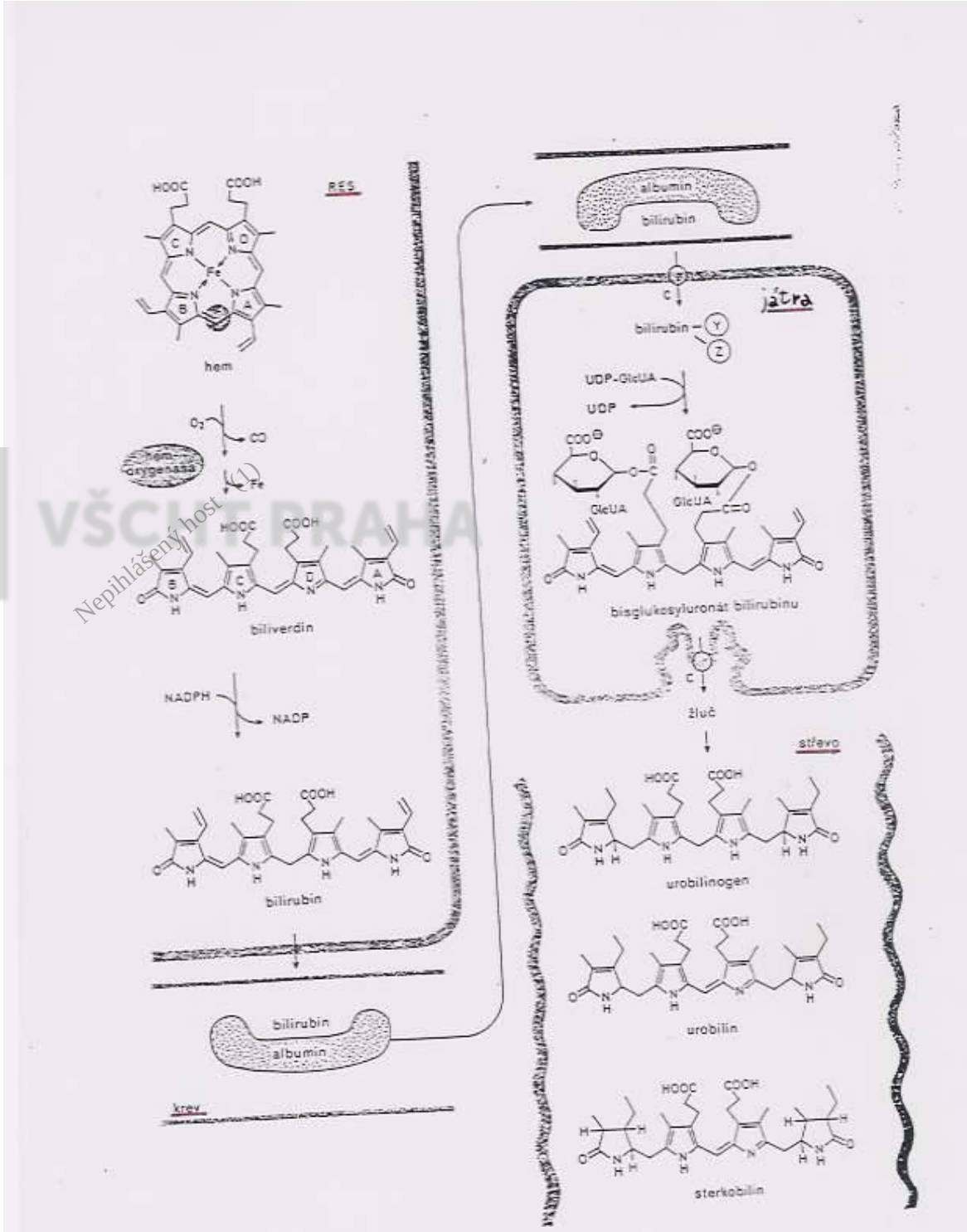
- amoniak - žlučové kyseliny

Stanovení látek uvolňovaných

z jaterních buněk při poškození:

enzymy (AST, ALT, alkalická fosfatasa,

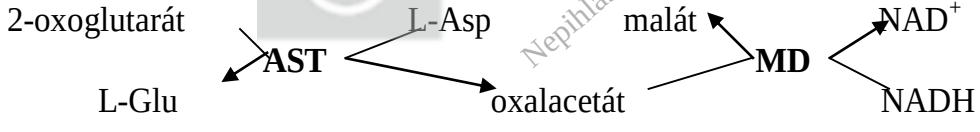
γ-glutamyltransferasa)



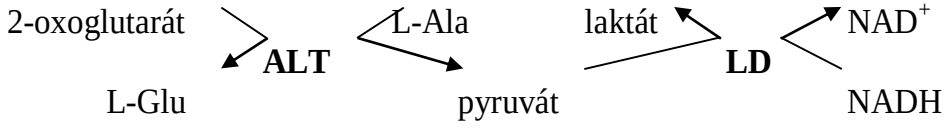
VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

bilirubin celkový	S	1,7-18,8 μM	+	reakce s diazotovanou sulfanylovou kyselinou; denní produkce 250-300 mg příčiny zvýšení: - zvýšená tvorba (hemolysa, novorozenci) - snížené vychytávání játry - snížená konjugace (dědičné) - porucha vylučování do žluče (žloutenka jaterní) - porucha odtoku žluče (mimo játra)
bilirubin přímý (nekonjugovaný) (v kys. prostředí se reaguje pouze konjugovaný)	S	0-7 μM		
aspartátamino-transferasa (AST)	S	115-420 nkat/l	+	spřažené enzymové reakce; klin. význam - viz tabulka
alaninamino-transferasa (ALT)	S	65-325 nkat/l	+	spřažené enzymové reakce; klin. význam - viz tabulka

Nepihlášený host (1) VSCHT PRAHA



(MD = malátdehydrogenasa - indikační reakce, kontinuální měření při 340 nm)



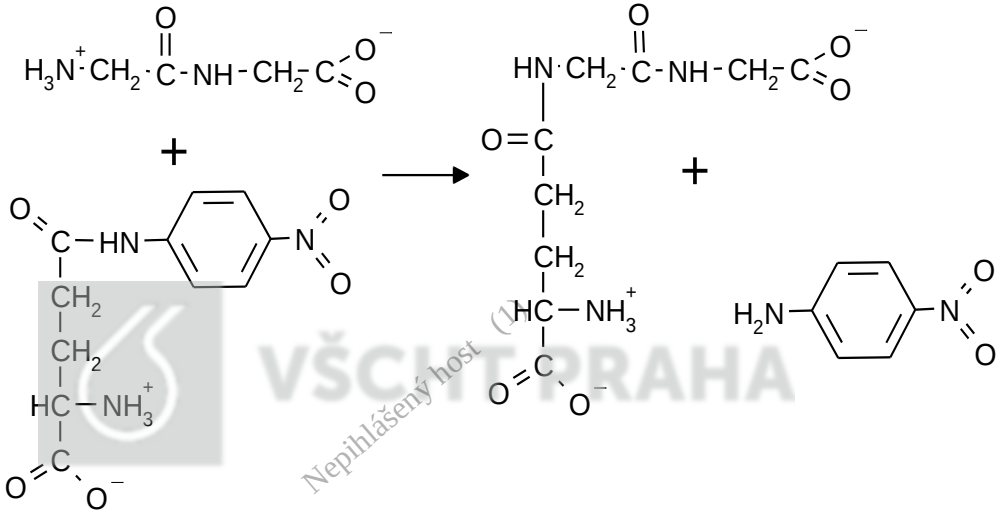
(LD = laktátdehydrogenasa - indikační reakce, kontinuální měření při 340 nm

TRANSAMINASOVÁ AKTIVITA V RŮZNÝCH TKÁNÍCH (vzhledem k séru)

tkáň	AST	ALT	AST/ALT
srdce	7800	450	17
játra	7100	2850	2,5
kosterní sval	5000	300	17
ledviny	4500	1200	3,7
pankreas	1400	130	10,7
erythrocyty	500	45	11
sérum	1	1	1

γ-glutamyl-transferasa (GGT, GMT) (přenos AK)	S	800 nkat/l	+	v séru pochází téměř výhradně z jater.. velmi citlivý ukazatel pro všechny poruchy jater a žlučníku

γ-glutamyl-*p*-nitroanilid + Gly-Gly → γ -Glu-Gly-Gly + p-nitroanilin



VŠCHT PRAHA
Nepihlášený host (1)

laktátde-hydrogenasa (LDH)	S	PL: 1,5-3,3 μkat/l LP: 0,6-1,5 μkat/l		při infarktu myokardu (isoenzymy), hemolytických anemiích, onemocnění jater, ledvin (1/3 pacientů), některých malignitách...

$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COO^- + NAD^+ \rightarrow$ pyruvát + NADH + H^+ (absorb. u 340 nm)

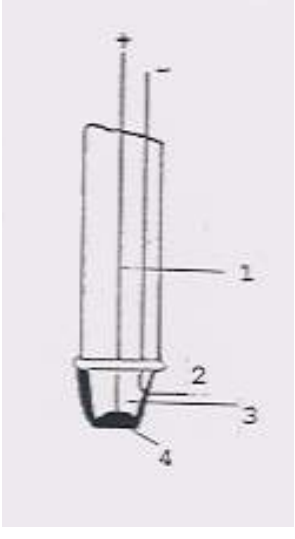
DIABETOLOGICKÝ SOUBOR

glukosa (glykemie)	S	4,4-6,1 mM	+	(non-)insulin dependentní diabetes mellitus (I. a II. druh); dom. testy (glukometry, papírky); glukosový toleranční test
glukosa	**U (sbíraná)**	< 2 mmol 0,1-0,8 mM		viz stanovení v krvi, papírky
glykovaný hemoglobin	erythrocyty	5-8 % glyko-vaného Hb		iontoměničová HPLC, elfo, IEF, RIA, afinitní chrom.

METODY STANOVENÍ GLUKOSY

METODA	%	PRINCIP METODY
hexokinasová reakce		glc + ATP → glc-6-P + ATP glc-6-P + $NADP^+$ → 6-fosfoglukonolakton + NADPH + H^+
- vidit. oblast - UV oblast	8 % 53 %	reoxidace NADPH pomocí chromogenních barviv měření při 340 nm, obvykle rovnovážné uspořádání
glukosaoxidasová reakce		glc + O_2 → glukonolakton + H_2O_2
- spektrofotom. - O_2 elektroda	23 % 15 %	H_2O_2 + chromogen → H_2O + barvivo (*peroxidasa)*
glukosa-dehydrogenasová reakce (340 nm)	1 %	glc + NAD^+ → glukonolakton + NADH + H^+

Nepřihlášený host (1)



1. Anoda (Pt-Ir drátek)
2. Katoda (Ag-AgCl, argentchloridová referentní elda)
1. Gel
2. Membrána s imobilisovanou glukosaoxidasou

DIAGNOSTIKA ANEMIÍ

Základní krevní obaz (*vše v „plné“ (nesrážlivé) krvi:*

Objem krve (asi 5 l): M: 61,5± 8,5 ml/kg

Ž: 59±5 ml/kg

Hematokrit (obj. ery/obj. krve): M: 47± 7

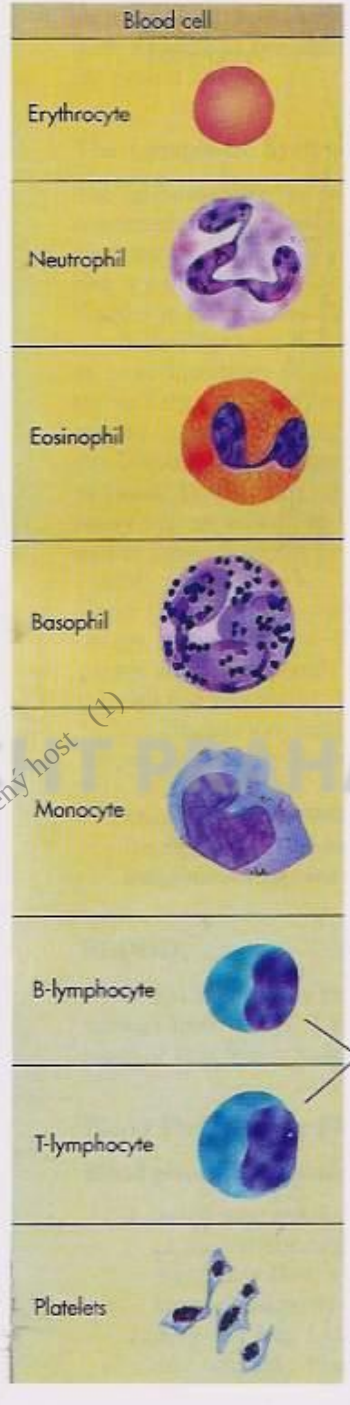
Ž: 42±5

Střední objem erythrocytu: 80 - 94 μ^3

Střední průměr erythrocytu: 7 - 7,5 µ

Hemoglobin: 33 - 38 g/100 ml erythrocytů

Sedimentace: 0 - 15 mm/h (mnoho vlivů,
"high sensitivity but low specifity")
zvýšení: záněty, některé tumory a lymfomy.....
snížení: některá hematol. onemocnění, nízký fibrinogen.....



120 dní
transport kyslíku a oxidu uhličitého
Muži: 4,2-5,1 mil./µl, Ženy: 3,8 - 5,2 mil./µl
(retikulocyty = mladé bezjaderné, proteosynthesa ještě probíhá, 0,5 - 1,5 %)

7 dní
podílí se na imunitní odpovědi
1,8-7,7 tis./µl (59 % z leukocytů)

doba života neznámá
0 - 450 /µl
obrana proti parazitům (2,7 % z leukocytů)

doba života neznámá
0 - 200 /µl (0,5 % z leukocytů)
zajišťují zánětlivou reakci

3 dny
0 - 800 /µl (4 % z leukocytů)
imunitní "dozor" (prekursor tkáňových makrofágů - fagocytosa, např.přestárlých erythrocytů)

synthesa a vylučování rozpustných protilátek (IgG ...)

doba života neznámá
celkem lymfocytů: 1 - 5 tis. /µl (34 % z leukocytů)

buněčná imunitní odpověď

7 - 8 dní
175 - 300 tis. /µl
podílejí se na srážení krve

Obarvený krevní nátěr

Leukocyty celkem: 4,5 - 11,0 tis./µl

Nepihlášený host (1)

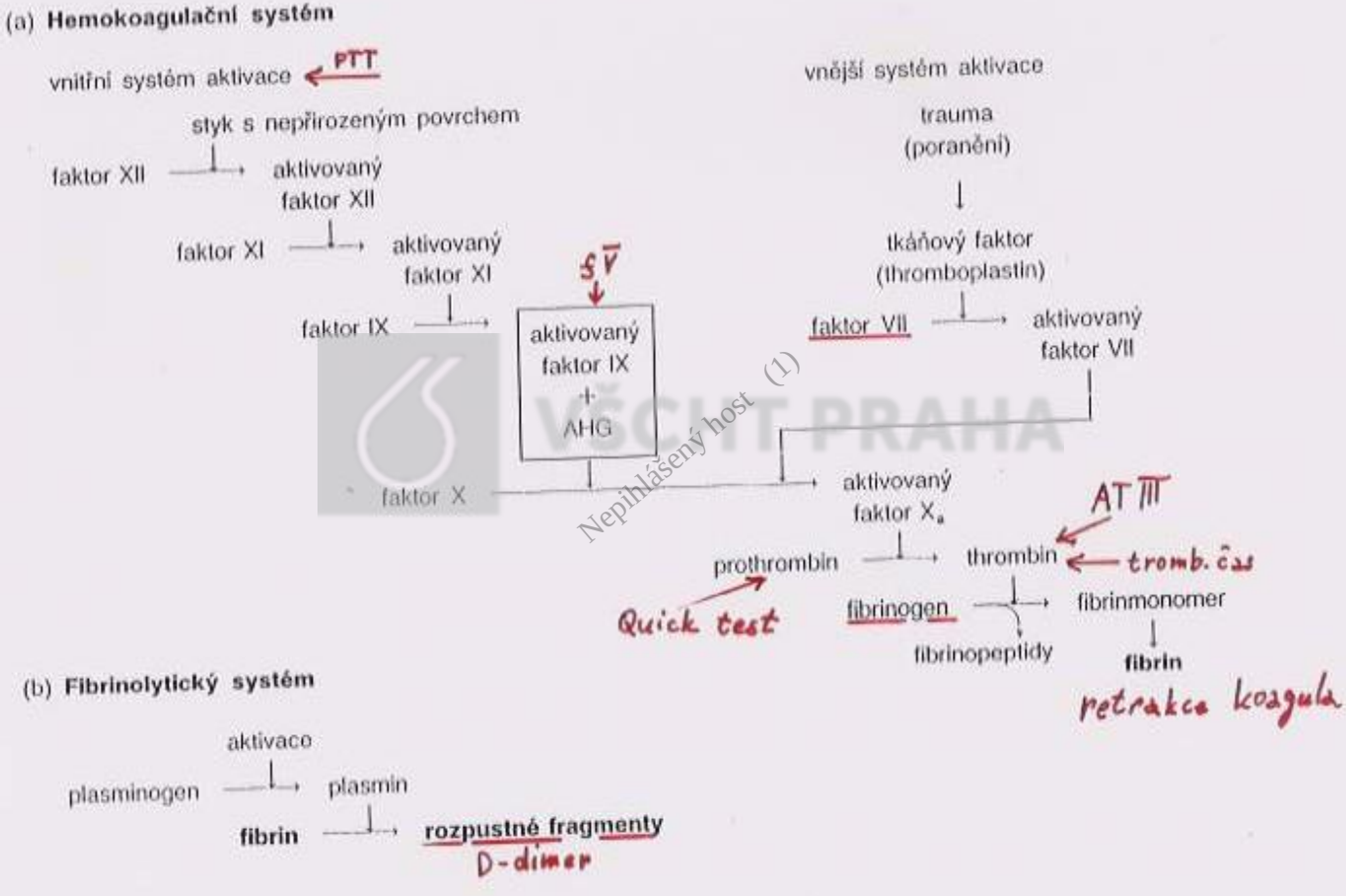
ferritin	S	1-25 µg/100 ml	velmi citlivý ukazatel nedostatku Fe (velmi nízká konc. v S), imuno
B_{12}	S	10-80 ng/100 ml	imuno (magnet. kuličky, RIA), mikrobiální stanovení, kompetitivní vazba na protein
folát	S	0,3-1,6 µg/100 ml	nedostatek: poruchy krvetvorby a nervové činnosti
folát v erythrocyt.	S	13-70 µg/100 ml	
transferin	S	200-350 µg/100 ml	viz vazebná kapacitra Fe

VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)

ZÁKLADNÍ HORMONY

TSH	S	0,5-5,7 mU/l	thyreoideu-stimulující hormon, thyrotropin
thyroxin volný (FT_4)	S	10-31 pM	nevázaný na trasnsportní proteiny
choriogonadotropin (HCH: human chorio-gonadotropin)	S, U		vylučován vyvíjejícím se embryem, těhotenský test - nejvyšší hladina na konci 1. trimestru

KOAGULAČNÍ VYŠETŘENÍ



Nepřihlášený host (1)
VŠCHT PRAHA

fibrinogen	P-citr.	+	imuno, hmotnost fibrinového gelu ...
faktor VII	P-citr.		
faktor V	P-citr.		kofaktor faktoru IX, nemá sám enzym. aktivitu
protein C	P-citr.		závisí na vitaminu K, regulátor koagulace
AT III	P-citr.		regulátor koagulace (inhibitor trombinu)
FDP	P	+	fibrin/fibrinogen degradation products, stanovení rozsahu rozkladu fibrinu a fibrinogenu
D-dimer	P-citr.	+	štěp, indikátor rozsahu fibrinolysy
krvácivost			
PTT	P-citr.	+	partial-thromboplastin-time, celá vnitřní dráha
Quick test	P-citr.	+	thromboplastin time, při nedostatku thrombinu
thrombinový čas	P-citr.	+	přidán thrombin, při léčbě heparinem
rektrakce koagula	P		závěrečná fáze vzniku koagula, měří se čas potřebný k odtržení koagula od stěn zkumavky
Rumpel-Lee test			zjišťuje se křehkost kapilár, při nedostatku destiček

VŠCHT PRAHA
Nepřihlášený host (1)