

Jindřich Mourek

---

# Fyziologie

Učebnice pro studenty  
zdravotnických oborů

---



## Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

*Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.*



Copyright © Grada Publishing, a.s.

## **FYZIOLOGIE – učebnice pro studenty zdravotnických oborů**

### **Autor:**

Prof. MUDr. Jindřich Mourek, DrSc.

### **Recenze:**

Doc. MUDr. Otto Kittnar, CSc.

Prof. MUDr. Stanislav Trojan, DrSc.

Doc. RNDr. Jitka Koudelová, CSc.

© Grada Publishing, a.s., 2005

Cover Photo © profimedia.cz/CORBIS, 2005

Vydala Grada Publishing, a.s.,

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 2170. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Martina Petříková-Bidlová

Ilustrace Kateřina Novotná

Sazba a zlom Jan Šístek

Počet stran 204

Vydání první, Praha 2005

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.,

Husova 1881, Havlíčkův Brod

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.*

*Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.*

*Všechna práva vyhrazena. Tato kniha ani její část nesmí být žádným způsobem reprodukována, ukládána či rozšiřována bez písemného souhlasu nakladatelství.*

**ISBN 80-247-1190-7 (tištěná verze)**

**ISBN 978-80-247-6617-1 (elektronická verze ve formátu PDF)©Grada Publishing, a.s. 2011**

# Obsah

<b>Předmluva .....</b>	<b>11</b>
<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>13</b>
<b>1 Tělní tekutiny .....</b>	<b>15</b>
1.1 Úvod a historie .....	15
1.2 Hlavní oddíly tělních tekutin .....	15
1.3 Krev .....	17
1.3.1 Červené krvinky – erytrocyty .....	19
1.3.2 Krevní destičky – trombocyty .....	22
1.3.3 Krevní skupiny (krevní systémy) .....	24
1.3.4 Bílé krvinky – leukocyty .....	26
1.3.5 Obrana organismu – imunita .....	28
<b>2 Kardiovaskulární systém .....</b>	<b>31</b>
2.1 Čerpací funkce srdce .....	31
2.2 Srdeční automacie .....	31
2.3 Elektrokardiogram .....	35
2.4 Srdeční revoluce .....	36
2.4.1 Minutový objem srdeční .....	37
2.4.2 Starlingův zákon .....	37
2.4.3 Koronární oběh .....	38
2.5 Zevní projevy srdeční činnosti .....	38
2.6 Řízení činnosti srdce .....	39
2.7 Krevní oběh .....	40
2.7.1 Tlak krve, periferní odpor .....	40
2.7.2 Tvorba tkáňového moku .....	41
2.7.3 Žilní návrat .....	42
2.7.4 Řízení krevního oběhu .....	43
2.7.5 Zvláštnosti průtoku krve v některých orgánech .....	44
<b>3 Fyziologie dýchání .....</b>	<b>47</b>
3.1 Úvod a význam dýchacích plynů .....	47
3.2 Dýchací cesty a obranné dýchací reflexy .....	47
3.3 Ventilace plic .....	49
3.4 Plicní objemy .....	50

3.5	Mechanika dýchání .....	51
3.6	Compliance (poddajnost) plic .....	51
3.7	Průtok krve plicemi .....	52
3.8	Difuze plynů v plicích .....	52
3.9	Transport dýchacích plynů krví .....	53
3.10	Regulace dýchání .....	55
3.11	Hypoxie .....	56
<b>4</b>	<b>Metabolismus – přeměna látek a energií .....</b>	<b>59</b>
4.1	Přehled a pojmy .....	59
4.2	Energetický ekvivalent .....	59
4.3	Osud energie v organismu .....	61
4.4	Přeměna látek .....	62
4.5	Funkce jater .....	66
<b>5</b>	<b>Termoregulace .....</b>	<b>69</b>
5.1	Stálá tělesná teplota .....	69
5.2	Tvorba tepla – termogeneze .....	70
5.3	Ztráty tepla – termolýza .....	71
5.4	Řízení tělesné teploty .....	72
<b>6</b>	<b>Racionální výživa .....</b>	<b>75</b>
6.1	Význam racionální výživy, základní pojmy .....	75
6.2	Bazální metabolismus .....	76
6.3	Význam jednotlivých živin v potravě .....	77
6.3.1	Sacharidy .....	77
6.3.2	Proteiny .....	77
6.3.3	Lipidy .....	78
6.3.4	Minerály a stopové prvky .....	79
6.3.5	Vitaminy .....	80
6.4	Poruchy výživy .....	83
8.5	Zásady racionální výživy .....	85
<b>7</b>	<b>Funkce gastrointestinálního systému (GIT) .....</b>	<b>87</b>
7.1	Úvod .....	87
7.2	Dutina ústní .....	87
7.3	Žaludek .....	88
7.4	Regulace sekrece a motility žaludku .....	90
7.5	Duodenum .....	91
7.6	Tenké střevo .....	92
7.7	Tlusté střevo .....	93

7.8 Defekace – vyprazdňování stolice .....	95
7.9 Vstřebávání jednotlivých živin v GIT .....	95
<b>8 Fyziologie vylučování .....</b>	<b>97</b>
8.1 Homeostáza a renální funkce .....	97
8.2 Pohyb některých látek v ledvinách .....	99
8.3 Močové cesty .....	103
<b>9 Endokrinologie – fyziologie žláz s vnitřní sekrecí .....</b>	<b>105</b>
9.1 Přehled a základní pojmy .....	105
9.2 Základní mechanismy působení hormonů .....	105
9.3 Štítná žláza (tyreoidea) .....	107
9.4 Příštítná tělíska .....	108
9.5 Inzulin .....	108
9.6 Glukagon .....	109
9.7 Kůra nadledvin .....	110
9.8 Dřeň nadledvin .....	111
9.9 Adenohypofýza (hypotalamus) .....	111
9.10 Neurohypofýza .....	113
9.11 Stres .....	113
<b>10 Fyziologie rozmnožování .....</b>	<b>117</b>
10.1 Úvod .....	117
10.2 Pohlavní vývoj .....	117
10.3 Mužský reprodukční systém .....	119
10.4 Ženský reprodukční systém .....	120
10.4.1 Menstruační cyklus .....	122
10.4.2 Pohlavní spojení .....	123
10.4.3 Těhotenství .....	123
10.4.4 Porod .....	124
10.4.5 Laktace .....	125
10.5 Postnatální péče – péče o potomstvo .....	126
<b>11 Neurofyziologie .....</b>	<b>129</b>
11.1 Vymezení pojmu .....	129
11.2 Neuron .....	129
11.3 Polarizace membrány .....	130
11.4 Synapse .....	130
11.5 Membrána nervové buňky .....	131
11.6 Vedení vzruchu .....	132
11.6.1 Přenos informací přes synapsi .....	133

11.6.2	Reflex .....	135
11.6.3	Podnět (stimulus) .....	136
11.7	Neuroglie .....	137
11.8	Vztahy mezi neurony .....	137
<b>12</b>	<b>Fyziologie svalstva .....</b>	<b>139</b>
12.1	Úvod .....	139
12.2	Příčně pruhovaná svalovina (kosterní) .....	139
12.2.1	Zevní projevy svalové kontrakce .....	141
12.2.2	Svalový tonus .....	142
12.3	Hladká svalovina .....	142
12.3.1	Zevní projevy aktivity hladké svaloviny .....	143
<b>13</b>	<b>Motorické funkce .....</b>	<b>145</b>
13.1	Motorika (hybnost) .....	145
13.2	Reflexní motorika – svalový tonus .....	145
13.2.1	Míšní reflexy .....	146
13.3	Retikulární formace .....	147
13.4	Význam mozečku .....	149
13.5	Volní motorika .....	149
13.5.1	Bazální ganglia .....	149
13.5.2	Talamus .....	150
13.5.3	Korový mozeček .....	150
13.5.4	Mozková kůra .....	151
13.5.5	Limbický systém .....	152
13.5.6	Motorické funkce hlavových nervů .....	152
<b>14</b>	<b>Fyziologie smyslů .....</b>	<b>155</b>
14.1	Historie a základní pojmy .....	155
14.2	Čich .....	158
14.3	Chuť .....	158
14.4	Zrak .....	159
14.5	Sluch .....	164
14.6	Statokinetické čidlo .....	167
14.7	Kožní citlivost .....	168
14.8	Propriorecepce .....	170
<b>15</b>	<b>Funkční stavy CNS, integrační funkce .....</b>	<b>173</b>
15.1	Elektroencefalogram .....	173
15.2	Bdění a spánek .....	174
15.3	Biorytmy .....	176



15.4	Integrační funkce CNS .....	177
15.4.1	Motivace .....	178
15.4.2	Emoce .....	178
15.4.3	Paměť .....	179
15.4.4	Učení .....	181
15.4.5	Limbický systém .....	184
15.5	Specifické lidské vlastnosti vázané na CNS .....	185
15.6	Mozkomíšňní mok .....	186
15.7	Hematoencefalická bariéra .....	186
15.8	Mozkový metabolismus .....	187
	<b>Doporučená literatura .....</b>	<b>189</b>
	<b>Rejstřík .....</b>	<b>191</b>

Děkuji paní MUDr. Věře Špaletové za všestrannou pomoc při zpracování tohoto učebního textu.

*Autor*

## Předmluva

Téměř každý autor odborné monografie či vysokoškolské učebnice začíná předmluvu či úvod osvědčeným klišé – že totiž „vychází z potřeby“. Bohužel mě nenapadá nic jiného, a to z jednoduchého důvodu: je to totiž pravda. Během několikaletého přednášení fyziologie studujícím v bakalářském programu jsem zjistil, že spektrum učebních textů je silně omezeno nebo má nevhodnou skladbu. Fyziologie, i když zůstane vždy nosným oborem, představuje totiž něco analogického, jako je matematika či deskriptivní geometrie na gymnáziu. Učí souvislostem, učí kauzalitě, přináší do oboru celistvý pohled, učí propojovat vertikálně jednotlivé oblasti látky a především učí logice, protože její nejpodstatnější jádro tkví v regulačních mechanismech. Navíc, dnešní znalosti již umožňují podstatně více nahlédnout např. do funkcí nervového systému a dát tak pojmům, jako je paměť, emoce, motivace, řeč, myšlení mnohem konkrétnější formu a zbavit tak tuto oblast balastu psychologizování, planého a diletantského filozofování a amatérizmu.

Tato učebnice je studujícím v bakalářském programu „šitá na tělo“ a je psána tak, aby jim přinesla vše podstatné a důležité, aby ukázala na vazbu s praxí. Studenti musejí nabyt přesvědčení, že studium fyziologie není studium teoretické, ale naopak nanejvýše reálné a bezpodmínečně nutné právě pro následující kliniku a praxi. Látka je v učebnici předkládána klasickým způsobem, tj. řazení jednotlivých kapitol odpovídá předkládání učiva (a problémů) od základního kamene (tekutiny, krev) k finálnímu (regulační mechanismy, analytické a syntetické aktivity mozku). Rozsah jednotlivých kapitol byl zvolen tak, aby pokryl a vysvětlil nejdůležitější fakta a souvislosti způsobem, který omezí memorování a spíše vybídne k aktivnímu přístupu k látce.

Bylo by šťastným završením studia nikoliv jen nabytí nezbytných vědomostí a znalostí, ale i vznik úcty a pokory k tak složitému a současně odolnému ústrojenství, jako je naše tělo.

Studium má přinášet radost: velkou radost z poznání. Rigorózum není smyslem a účelem studia, je jen jeho doprovodným (byť nutným) fenoménem. Dnešní svět fandí lidem znalým. Parazitizmus v životě a samozřejmě i ve studiu je nejen nemorálnost, ale dokonce hloupost.

Nechť se vám daří!

*Praha, prosinec 2004  
Jindřich Mourek*



## Seznam zkratek

AA	kyselina arachidonová
ACTH	adrenokortikotropní hormon
ADH	antidiuretický hormon
ADP	adenosin-difosfát (kyselina adenosin-difosforečná)
ATP	adenosin-trifosfát (kyselina adenosin-trifosforečná)
cAMP	cyklický adenosin-monofosfát
CCK	cholecystokinin
cGMP	cyklický guanosin-monofosfát
BM	bazální metabolismus
BMI	body mass index
ECT	extracelulární tekutina
EDRF	endothelium derived relaxing factor
EEG	elektroencefalografie
EKG	elektrokardiografie
EMG	elektromyografie
EPSP	excitační postsynaptický potenciál
ERV	expirační rezervní objem
FSH	folikuly stimulující hormon
GF	glomerulární filtrace
GH	growth hormone (růstový hormon)
GIP	gastric inhibitory peptid
GIT	gastrointestinální trakt
HEB	hematoencefalická bariéra
HDL	high density lipoproteins (lipoproteidy o vysoké hustotě)
HTK	hematokrit
ICT	intracelulární tekutina
Ig	imunoglobuliny
IPSP	inhibiční postsynaptický potenciál
IRV	inspirační rezervní objem
LDH	low density lipoproteins (lipoproteidy o nízké hustotě)
LH	luteinizační hormon
MSH	melanocyty stimulující hormon
MV	minutový objem
NEMK	neesterifikované mastné kyseliny
NK	natural killer
pasy	parasympatikus
PIH	prolaktin inhibitory hormon

PRL	prolaktin
PTH	parathormon
REM	rapid eye movement
RF	retikulární formace
RDS	respiratory distress syndrom
Rh	Rhesus factor
RV	reziduální objem
SAS	sympatoadrenální systém
SS	somatostatin
STH	somatotropní hormon (růstový)
SWS	slow wave sleep (spánek, charakterizovaný pomalými vlnami)
sy	sympatikus
T4	tyroxin
VIP	vazoaktivní intestinální peptid
VKP	vitální kapacita plic
VLDL	very low density lipoproteins (lipoproteidy o velmi nízké hustotě)
V/Q	ventilačně perfuzní kvocient

# 1 Tělní tekutiny

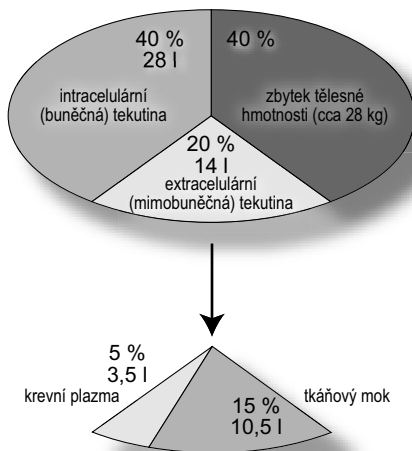
## 1.1 Úvod a historie

Existence savčí buňky, tkáně, orgánu a tím celého organismu je podmíněna především tzv. stabilitou vnitřního prostředí, přísunem živin a kyslíku a odváděním katabolitů (včetně  $\text{CO}_2$ ). **Stálost vnitřního prostředí (homeostázu)** charakterizoval již v 19. století slavný francouzský fyziolog Claude Bernard jako stabilitu důležitých parametrů, jako je pH, teplota, osmolarita, izovolumie, ale také stabilita  $\text{pO}_2$ ,  $\text{pCO}_2$  a hladiny energetických substrátů, např. glukózy. Čím je organizmus dokonalejší, tím je také stabilita vnitřního prostředí více kontrolována a regulována. Vnitřní prostředí v sobě tedy zahrnuje i přísun informačních molekul, např. hormonů.

Každá buňka v lidském těle je „obtékána“ tzv. intersticiální tekutinou (tkáňový mok) přinášející shora zmíněné živiny a udržující rovněž zmíněnou stabilitu vnitřního prostředí. Vysoká stabilita širokého spektra komponent vnitřního prostředí je např. naprosto nutná pro aktivitu takových orgánů, jako je mozek a srdeční sval.

## 1.2 Hlavní oddíly tělních tekutin

Význam tělních tekutin je pro homeostázu vlastně rozhodující. Je proto pochopitelné, že rozdělení tělesných tekutin v lidském těle je významné. Podíl vody na tělesné hmotnosti u dospělého muže vážícího 70 kg je 60 %, tj. 42 litrů. Nazývá se **celková tělesná voda (CTV)**. Tato voda se dále rozděluje na tekutinu v buňkách, tj. **intracelulární (ICT)**, která zaujímá 40 % tělesné hmotnosti, tj. 28 litrů, a na tekutinu mimo buňky, tj. **extracelulární (ECT)** s 20 % tělesné hmotnosti, tj. 14 litrů. Tato ECT se ještě rozděluje do dvou kompartmentů: na krevní plazmu, tj. tekutinu **intravaskulární** (5 % těl. hmot., tj. 3,5 litru), a tekutinu **extravaskulární**, tj. tkáňový mok (15 % těl. hmot., tj. 10,5 litru). Tyto hodnoty jsou ovšem typické pro dospělého muže. Ženy mají většinou podíl vody na tělesné hmotnosti o něco menší (asi o 10 %) než muži, vzhledem k tomu, že mají větší podíl tuku, který je hydrofobní. Rovněž novorozenci a kojenci vykazují rozdíly. Podíl CTV na tělesné hmotnosti je u nich až 77 % a z toho oddíl ECT je větší než ICT (ICT = 33 %, ECT



**Obr. 1** Optické znázornění rozdělení tekutin v lidském organismu. Celková tělesná voda je u 70kg jedince (bez ohledu na pohlaví) asi 42 l, to je 60 % celkové tělesné hmotnosti

= 44 %), což je opačné než u dospělého člověka. Rozdělení tekutin v těle znázorňuje obr. 1.

Převaha ECT nad ICT u novorozenců a kojenců vysvětluje velmi snadnou dehydrataci (ztrátu tekutin) u těchto dětí např. zvracením, průjmy či nedostatečným příjmem tekutin, což je spojeno s následným těžkým rozvratem vnitřního prostředí a může vést až ke smrti.

Kromě uvedených tekutin existuje ještě tzv. **transcelulární** tekutina, která vznikla na podkladě transportní a sekreční aktivity buněk. K transcelulární tekutině řadíme moč, žaludeční a střevní šťávu, žluč, sliny, komorovou vodu, endolymfu a perilymfu ve vnitřním uchu, synoviální tekutinu v kloubech a mozkomíšní mok.

**Látkové složení** tělních tekutin podmiňuje vznik osmotických sil, které mají rozhodující význam pro udržení objemu hlavních oddílů CTV.

(Osmolalita tělních tekutin je přibližně 290 mosmol/litr). Tělní tekutiny obsahují:

- 1. nízkomolekulární organické látky** (močovina, glukóza, aminokyseliny),
- 2. vysokomolekulární organické látky** (bílkoviny) s tzv. onkotickým tlakem (viz dále),



**3. anorganické látky (elektrolyty)** mající největší podíl na osmotické hodnotě tělních tekutin (Na, Cl, K, Ca, Mg, P).

### 1.3 Krev

**Krev** je hlavní součástí vnitřního prostředí organismu. Je to **suspenze buněčných elementů**, tj. krevních destiček, červených a bílých krvinek v **krevní plazmě**. Tvoří cca 7 % tělesné hmotnosti, tj. 4,5–5 litrů. Ženy mají o něco méně krve než muži, což je dáno opět větším podílem tukové tkáně u žen (na rozdíl od většího podílu svaloviny u mužů, která je metabolicky aktivnější než tuk).

**Krevní plazma** je nažloutlá kapalina, obsahující četné anorganické a organické látky. Hodnota pH plazmy (krve) je 7,4 a je poměrně velmi stabilní. Objem plazmy u dospělého člověka je cca 2,8 až 3,5 litrů. Hlavním anorganickým kationtem krevní plazmy je sodík ( $\text{Na}^+$ ), dále draslík ( $\text{K}^+$ ), vápník ( $\text{Ca}^{++}$ ), hořčík ( $\text{Mg}^{++}$ ) a anionty chloru ( $\text{Cl}^-$ ) a bikarbonátu ( $\text{HCO}_3^-$ ). Ze stopových prvků je důležité železo, jód a další (tab. 1):

**Tab. 1** Zastoupení nejdůležitějších prvků v krevní plazmě

Prvek	Koncentrace v plazmě	Fyziologický význam
<b>Sodík (natrium, Na)</b>	137–142 mmol/l	Osmotický tlak, stálost objemu (izovolémie), udržování pH, hlavní kationt ECT
<b>Draslík (kalium, K)</b>	3,8–5,1 mmol/l	Aktivace enzymů, dráždivost nervů a svalů, hlavní kationt ICT
<b>Vápník (calcium, Ca)</b>	2,25–2,75 mmol/l	Srážlivost krve, dráždivost, nervosvalový přenos, svalová kontrakce, činnost srdce, kostní tkáň, atd.
<b>Hořčík (magnesium, Mg)</b>	0,7–1,2 mmol/l	Aktivace enzymů, tlumivé účinky na nervový systém
<b>Chloridy</b>	96–106 mmol/l	Spolu s Na udržuje osmolalitu, stálý objem i pH; žaludeční šťáva
<b>Bikarbonát (<math>\text{HCO}_3^-</math>)</b>	24–35 mmol/l	Transport $\text{CO}_2$ , udržování pH
<b>Fosfor (phosphorum, P)</b>	0,6–1,6 mmol/l	Udržuje pH, kostní tkáň

Kalcium má mnohočetný význam. V plazmě je transportováno v několika formách. Je částečně vázáno na plazmatické bílkoviny a asi ve stejném množství je volné (difuzibilní) jako  $\text{Ca}^{2+}$  ionty a tedy využitelné.

Z organických látek, které jsou obsaženy v krevní plazmě, jsou na prvním místě **plazmatické bílkoviny**. Jejich množství je 60–80 g/litr, v celé plazmě je jich tedy přibližně 200 g. Dělíme je na **albuminy**, **globuliny** a **fibrinogen**. Albuminy tvoří největší podíl plazmatických bílkovin, asi přes 40 g/l, globuliny celkem asi 26 g/l (z toho imunoglobuliny asi 15–16 g/l) a fibrinogen asi 4 g/l plazmy. Postupem času se ukázalo, že existuje mnoho dalších bílkovinných složek. Většina bílkovin, s výjimkou gama-globulinů (imunoglobulinů), se syntetizuje v játrech. Funkce plazmatických bílkovin můžeme schematicky shrnout do následujících bodů:

- a) **Podíl na udržování stálého objemu plazmy.** Bílkoviny krevní plazmy tvoří tzv. **onkotický tlak** (což je součást celkového osmotického tlaku krevní plazmy, který je 5150 mm Hg) a jeho hodnota se pohybuje mezi 25–35 mmHg. Jeho výrazné uplatnění je v kapilárách, kde na arteriálním konci krevní tlak převyšuje tento tlak onkotický a tím dochází k filtraci tekutiny z kapilár. Na venózním konci kapilár je však zmíněný onkotický tlak vyšší než krevní a tekutina se zase z intersticia nasává zpět do kapiláry.
- b) **Transportní funkce.** Plazmatické bílkoviny váží a tak transportují např. vitaminy, hormony a některé anorganické látky (železo, měď). Převážná většina lipidů v krevní plazmě je transportována ve vazbě (reverzibilní) na proteiny.
- c) **Udržování pH.** Bílkoviny obsahují jak kyselou složku ( $\text{COOH}$ ), tak i zásadotvornou ( $\text{NH}_2$ ), proto mohou přijímat i odevzdávat vodíkové ionty a fungovat jako nárazník.
- d) Normální hladina plazmatických bílkovin je důležitá pro tzv. **suspensní stabilitu krve**.
- e) **Obrana organismu.** Na obraně organismu se podílí globulinová složka plazmatických bílkovin, tzv. gama-globuliny (imunoglobuliny = protilátky). Tyto protilátky se vytvářejí ve vlastním imunitním systému (viz dále) a jejich absence znamená snížení imunity.
- f) **Hemokoagulace.** Fibrinogen představuje vysokomolekulární bílkovinu krevní plazmy a tvoří finální složku hemokoagulačního procesu (srážení krve).

Plazma dále přenáší velký počet dalších organických látek. Především je to **glukóza** a její hladina (glykémie) se pohybuje přibližně mezi 3,3 až 6,1 mmol/l. Představuje podstatný a hlavní energetický substrát. Vedle