

# Studijní opora

# **FYZIOLOGIE**

**Doc. RNDr. Anna Yamamotová, CSc.**

**Doc. Ing. Jana Jurčovičová, CSc.**

**Rozsah: 15 hodin přednášek, 30 hodin konzultací**



## **Úvod**

Fyziologie je součástí preklinické výuky na lékařských fakultách a zahrnuje poznatky z oboru, který se zabývá funkcí lidského organismu. Dále je předmět orientován na vysvětlení vzájemných vztahů mezi jednotlivými systémy a jejich způsobů řízení. Předmět má teoreticko-praktický charakter.



## **Cíle studia předmětu**

Cíl fyziologie: seznámit s funkcí od buňky až po orgán, dále seznámit s regulací těchto funkcí na úrovni nervové, endokrinní a imunitní a definovat tak nový systém řízení organismu, který se nazývá psychoneuroendokrinoimunologie.

Základní témata studia předmětu

Základní témata jsou jednotlivé funkce orgánů od buněčné úrovně přes tkáňovou úroveň až k orgánu a potom studium organismu jako celku včetně zmíněných řídicích funkcí.



## **Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008


MAREŠ, Jan a kol: Úvod do preklinické medicíny: Normální fyziologie. Praha, Univerzita Karlova v Praze, 3. lékařská fakulta 2013. 168 s. ISBN: 978-80-87878-02-6

Obsah

1. Fyziologie buňky a buněčné membrány. Činnost svalů
2. Fyziologie krve. Fyziologie oběhové soustavy
3. Fyziologie dýchání a vylučování
4. Fyziologie trávení a vstřebávání
5. Hormonální regulace fyziologických procesů.
6. Přehled struktur a funkcí CNS.
7. Fyziologie smyslových orgánů.


## 1. Fyziologie buňky a buněčné membrány. Činnost svalů.

 **Časový rozsah:** 2 hod

 Buněčné struktury, složení a funkce buněčné membrány, mezibuněčné kontakty, Transportní mechanizmy (prostá difúze, usnadněná difúze, iontové kanály), aktivní transport, kotransport. Iontové kanály (řízené napětím, chemicky, mechanicky). Ionotropní a metabotropní receptory. G-proteiny. Klidový membránový potenciál, akční potenciál.

 **Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 17-50

 Typy svalů (kosterní, hladký, srdeční sval). Funkční jednotka kosterního svalu – sarkomera. Kontraktilní bílkoviny – aktin, myozin, troponin, tropomyozin. Sarkoplazmatické retikulum. Úloha vápenatých iontů Spřažení excitace a kontrakce. Typy příčně pruhovaných svalů – červené svaly (pomalá vlákna) a bílé svaly (rychlá vlákna). Motorická jednotka. Nervosvalový přenos na kosterním svalu. Nikotinový cholinergní receptor. Akční potenciál svalového vlákna. Mechanické projevy svalové činnosti – izometrický a izotonický stah. Struktura hladkého svalu. Typy hladkých svalů – vícejednotkový sval, útrobní sval. Řízení hladkých svalů autonomními nervy. Akční potenciál hladkého svalu. Srdeční sval a akční potenciál srdečního svalu. ATP zdroj energie pro svalovou činnost. Svalová síla a práce. Kyslíkový dluh. Svalová únava.

 **Literatura:**


Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 259-271.



Proč je šípový jed, obsahující kurare, nebezpečný?

## 2. Fyziologie krve. Fyziologie oběhové soustavy.

 **Časový rozsah:** 2 hod

 Tělesná voda, intracelulární tekutina, extracelulární tekutina a jejich iontové složení. Funkce krve – transportní, homeostatická, obranná. Krevní plazma – iontové složení, plazmatické bílkoviny. Funkce plazmatických bílkovin. Erytrocyty a jejich funkce. Hemoglobin a jeho deriváty. Funkce železa. Disociační křivka hemoglobinu. Sedimentace, hematokrit. Erytropoéza, funkce erytropoetinu.

 **Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str.51-64



Proč se ve vysoké nadmořské výšce zvyšuje počet erytrocytů?  
Proč je otrava oxidem uhelnatým smrtelná?



Funkce trombocytů. Hemostáza. Hemokoagulace, faktory krevního srážení (protrombin, fibrinogen), vnitřní a vnější systém krevního srážení. Antikoagulační faktory, fibrinolýza. Leukocyty a jejich funkce (neutrofil, bazofil, eozinofil, monocyt, leukocyt). Nespecifická a specifická imunita. Buněčná a humorální (látková) imunita. Antigen a protilátka. Protilátky (imunoglobuliny). Krevní skupiny AB0, Rh faktor. Krevní transfuze. Aktivní a pasivní imunizace.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 66-71.



Srdce jako čerpadlo. Elektrické projevy srdeční činnosti. Funkční morfologie srdce, funkce chlopní (atrioventrikulární, poloměsíčitě). Malý (plicní oběh), velký (systémový) oběh. Srdeční revoluce – systola, diastola. Plnění komor (rychlé, pomalé), izovolumická kontrakce, ejekční fáze, izovolumická relaxace. Konečný systolický objem, konečný diastolický objem, tepový objem, ejekční frakce. Převodní systém srdeční (SA uzel, AV uzel, Hissův svazek, Tawarova raménka, Purkyňova vlákna). Vliv Ca a K iontů na srdeční činnost. Frank-Starlingův zákon. Srdeční chronotropie, inotropie, dromotropie, bathmotropie. Srdeční výdej (minutový srdeční objem). Akustické projevy srdeční činnosti – systolická a diastolická ozva. Elektrické projevy srdeční činnosti. EKG – princip a registrace. Končetinové svody (unipolární, bipolární), hrudní svody. Elektrická osa srdeční. Řízení srdeční činnosti. Vliv parasymptiku a symptiku.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 109-126.



Hemodynamika, krevní tlak, mikrocirkulace. Typy cév. Proudění krve v cévách (laminární, turbulentní). Průtok krve. Faktory ovlivňující periferní odpor (geometrie cévy). Proudění krve v artériích a žilách. Tlak krve – systolický a diastolický. Měření tlaku krve auskultační metodou. Regulace krevního tlaku. Baroreflex. Kapilární systém, tvorba tkáňového moku. Oběh lymfy.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 126-134.



Jak lze fyziologicky vysvětlit tvrzení „Krvě by se v něm nedořezal?“  
Proč je vysoká tepová frekvence nebezpečná?

### 3. Fyziologie dýchání a vylučování.



**Časový rozsah:** 2 hod



Funkce dýchacího systému – ventilace, distribuce, difúze, perfuze. Složení vzduchu. Ventilace – dechové objemy (statické a dynamické). Dechový objem, inspirační rezervní objem, expirační rezervní objem, reziduální objem, vitální kapacita plic, celková plicní kapacita, funkční reziduální kapacita. Minutová ventilace plic, jednosekundová vitální kapacita. Anatomický a fyziologický mrtvý prostor. Mechanika dýchání. Dýchací svaly. Nádech a výdech. Alveolární tlak, intrapleurální tlak. Elastické vlastnosti plic. Elasticita a plicní poddajnost (compliance). Povrchové napětí v alveolech, plicní surfaktant. Odpor dýchacích cest. Distribuce dýchacích plynů. Difúze kyslíku a oxidu uhličitého v plicích a v tkáních. Parciální tlaky kyslíku a oxidu uhličitého. Plicní cirkulace. Poměr ventilace a perfuze. Hypoxie. Transport kyslíku a oxidu uhličitého krví. Regulace dýchání. Centrální a periferní chemoreceptory. Obranné dýchací reflexy – kašel, kýchání.



**Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 87-108



Funkce ledvin – vylučovací, endokrinní, řízení objemu krve a krevního tlaku, udržování acidobazické rovnováhy. Struktura ledvin – kůra, dřev a jejich funkční význam. Nefron – funkční jednotka ledvin. Glomerulus, proximální tubulus, Henleova klička, distální tubulus, sběrací kanálek. Vas afferens a vas efferens. Funkce jednotlivých částí nefronu – filtrace, resorpce, sekrece. Protiproudový multiplikační systém. Osmotická stratifikace dřevě ledvin. Vstřebávání jednotlivých látek v ledvinách. Tvorba definitivní moči. Vývodní cesty močové, mikce. Hormonální řízení v ledvinách – aldosteron, parathormon, antidiuretický hormon, atriový natriuretický faktor. Clearance. Úloha ledvin v regulaci krevního tlaku – renin – angiotenzin – aldosteron.



**Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 173-183.



Proč se ve vysoké nadmořské výšce hyperventiluje a jaký to má vliv na acidobazickou rovnováhu?

Proč se pivaři, kteří vypijí 10-20 piv, neotráví vodou?

### 4. Fyziologie trávení a vstřebávání.



**Časový rozsah:** 2 hod



Funkce GIT – trávení, vstřebávání, přeměna a skladování živin, vylučování. Stavba trávicího systému. Motilita GIT – pohyby místní a celkové. Nervové a hormonální řízení GIT. Funkce ústní dutiny – zuby, jazyk, slinné žlázy. Sekrece slin, složení slin, řízení sekrece slin. Žvýkání. Polykání. Stavba jícnu. Funkce žaludku. Žaludeční sekrece, složení

žaludeční šťávy. Funkce kyseliny chlorovodíkové. Pepsinogen. Tvorba vnitřního faktoru. Řízení žaludeční sekrece – nervová, humorální. Žaludeční motilita. Vyprazdňování žaludku – enterogastrický reflex. Zvracení (centrální, periferní).



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 135-143



Stavba tenkého střeva. Funkce dvanáctníku. Složení a funkce pankreatické šťávy, složení a funkce žluče (emulgace tuků, tvorba micel). Žlučník. Řízení sekrece pankreatické šťávy (hormonální - CCK, sekretin) a nervové. Funkce tlustého střeva. Defekace. Trávení jednotlivých živin působením pankreatických enzymů a střevních enzymů. Vstřebávání jednotlivých živin (cukrů, tuků, bílkovin). Vstřebávání iontů a vody. Funkce jater (metabolická, biotransformační, sekreční a exkretční).



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 144-155.



Proč je dobré poránu vypít sklenici vlažné vody?

## 5. Hormonální regulace fyziologických procesů.



**Časový rozsah:** 2 hod



Rozdíl mezi nervovým a hormonálním řízením. Význam hormonů pro růst, pohlavní diferenciaci, metabolismus, sekreci, svalovou kontrakci. Chemická povaha hormonů. Hypotalamo-hypofyzární systém. Hypotalamické liberiny a statiny (liberiny: CRH, TRH, GHRH, GnRH a statiny: GHIH a PIH). Přední lalok hypofýzy (adenohypofýza): ACTH, TSH, STH, FSH, LH, prolaktin). Zadní lalok hypofýzy: oxytocin, vazopresin (ADH). Význam hormonů štítné žlázy – tyroxin a T3. Folikulární buňky. Tyreoglobulin. Význam jódu v potravě. Metabolický efekt hormonů štítné žlázy – zvýšení bazálního metabolismu, stimulace proteosyntézy, mobilizace a oxidace lipidů. Prenatálně důležité pro vývoj nervového systému. Poruchy sekrece – hypothyreóza, hypertyreóza. Kalcitropní hormony: kalcitonin, parathormon, vitamin D3. Parafolikulární buňky štítné žlázy (kalcitonin). Příštítná tělíska (parathormon). Hypoparathyreóza – nízká hladina vápníku v plazmě – křeče. Hyperparathyreóza – ztráta vápníku z kostí – zlomeniny, osteoporóza). Vitamin D3.



Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 201-213.




Kůra nadledvin – mineralokortikoidy, glukokortikoidy, androgeny. Řízení sekrece a funkce aldosteronu (systém renin – angiotenzin – aldosteron), řízení sekrece a funkce kortizolu. Poruchy sekrece (Connův syndrom, Cushingův syndrom, Addisonova choroba, adrenogenitální syndrom). Dřeň nadledvin na její řízení. Funkce adrenalinu. Stres a účinky adrenalinu a kortizolu při stresu. Význam glukoneogeneze. Endokrinní pankreas: inzulín, glukagon, somatostatin. Řízení sekrece pankreatických hormonů. Metabolické účinky

inzulínu. Glykémie (hladina glukózy v plazmě). Glykemická křivka. Diabetes mellitus 1. a 2. typu.

#### **Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 213-221., 225-227.

 Mužský pohlavní systém. Zevní a vnitřní genitál. Spermioogeneze a její řízení. Spermická tekutina. Mužské pohlavní hormony. Funkce testosteronu a jeho fyziologické účinky. Řízení sekrece testosteronu. Význam luteinizačního a folikulostimulujícího hormonu. Mechanismus erekce a ejakulace. Význam testosteronu pro pohlavní diferenciaci. Puberta.- vytváření sekundárních pohlavních znaků. Ženský pohlavní systém. Zevní a vnitřní genitál. Ženské pohlavní hormony. Fyziologické účinky estrogenů. Fyziologické účinky progesteronu. Řízení sekrece estrogenu a progesteronu. Menstruační cyklus a jeho hormonální řízení. Fáze ovariálního cyklu, fáze děložního cyklu. Graafův folikul, ovulace. Klimakterium. Oplození. Funkce placenty, placentární hormony. Hormonální změny během těhotenství. Hormonální změny před porodem. Porod. Laktace a význam prolaktinu. Kojení a funkce oxytocinu.

#### **Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 228-243



Jaký fyziologický podklad může mít tvrzení „Spi hodně, at vyrosteš velký“?  
Proč ve stresu stoupá tepová frekvence a krevní tlak?

## **6. Přehled struktur a funkcí CNS.**



**Časový rozsah:** 2 hod



Autonomní nervový systém.

Sympatický (thorako-lumbální) a parasympatický (kranio-sakrální) nervový systém. Centrální část ANS – mozkový kmen, hypotalamus. Periferní část ANS – aferentní a eferentní vlákna. Pregangliová a postgangliová vlákna. Mediátory ANS. Noradrenalin a acetylcholin. Funkce parasympatiku a sympatiku na jednotlivé orgány.



#### **Literatura:**

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 354-360



Proč se říká „Strach má velké oči“ a jaký fyziologický děj se za tím skrývá?



Obecná neurofyziologie. Mícha, mozkový kmen

Neurony. Funkční dělení neuronu: tělo, dendrity, axony. Membrána vzrušivých tkání, klidový a akční potenciál. Napětově řízené iontové kanály. Chemická synapse. Excitační a

inhibiční mediátory nervového přenosu, typy receptorů – ligandem řízené iontové kanály (acetylcholin, noradrenalin, dopamin, serotonin, kyselina glutamová, GABA, glycin, histamin, peptidy, NO). Elektrické děje na synapsi – excitační a inhibiční postsynaptické potenciály. Prostorová a časová sumace. Typy nervových vláken, šíření vzruchu na nemyelinizovaném a myelinizovaném vlákne. Typy gliových buněk a jejich funkce: astrocyty, mikroglie, oligodendroglie, ependymové buňky. Hematoencefalická bariéra, hematolikorová bariéra. Tvorba, složení a cirkulace mozkomíšního moku.

Funkce páteřní míchy. Šedá a bílá hmota. Rexedovy zóny. Reflexní okruh. Míšní reflexy – proprioreceptivní, exteroceptivní. Přerušení páteřní míchy, míšní šok, hemisyndrom míšní.

Mozkový kmen – prodloužená mícha, Varolův most, střední mozek. Funkce retikulární formace a řízení autonomních funkcí.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 244-258, 272-279



#### Mesencephalon.

Motorické a senzorycké části středního mozku. Tectum a tegmentum. Funkce čtverohrbolí, nucleus ruber, substantia nigra, lamina quadrigemina a periaqueductální šedi. Hypotalamus a limbický systém

Hypotalamická jádra. Řízení vegetativních a endokrinních funkcí. Regulace příjmu tekutin a potravy. Termoregulace. Centra odměny a trestu. Struktury limbického systému (Papežův okruh). Funkce hipokampu a amygdaly.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 361-366.



#### Mozeček, thalamus, bazální ganglia, řízení motoriky.

Funkční dělení mozečku: vestibulární (archicerebellum), spinální (paleocerebellum) a korový (neocerebellum). Aferentní a eferentní spoje mozečku. Význam mozečku při plánování a provádění volných pohybů. Význam mozečku pro motorické učení. Cerebelární ataxie – poruchy mozečkových funkcí.

Funkční dělení thalamických jader: jádra senzorycká, motorická, asociační. Specifická a nespecifická jádra.

Struktury bazálních ganglií – nucleus caudatus, putamen, globus pallidus, substantia nigra, subthalamické jádro. Význam bazálních ganglií pro řízení motoriky. Poruchy bazálních ganglií: Parkinsonova nemoc, Huntingtonova choroba.

Funkce mozkové kůry v řízení motoriky. Pyramidový systém, extrapyramidový systém. Opěrná a volní motorika. Plánování volního pohybu.



Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 280-303



#### Mozková kůra, asociační oblasti mozku

Mozkové laloky. Senzorycké oblasti, motorické oblasti, asociační oblasti mozkové kůry. Primární, sekundární a terciární oblasti. Brodmannovy arey. Reprezentace jednotlivých analyzátorů – somestetický, zrakový, sluchový, čichový, chuťový. Senzorycký a motorický homunkulus. Motorická kůra. Brodovo motorické centrum řeči. Wernickeovo senzorycké

centrum řeči. Asociační oblasti: prefrontální kůra, parieto-temporo-occipitální a limbická kůra.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 290-294, 374-382.

## 7. Fyziologie smyslových orgánů.



**Časový rozsah:** 2 hod



Zrak. Stavba oka. Optický aparát oka. Stavba sítnice. Funkce čípků a tyčinek. Rodopsin - oční pigment. Skototopické a fototopické vidění. Slepá skvrna. Refrakční vady: krátkozrakost (myopie), dalekozrakost (hypermetropie). Presbyopie. Akomodace. Binokulární vidění. Trichromatické vidění. Poruchy barvocitu (protoanopie, deuteranopie, tritanopie). Zraková dráha.

Sluch. Frekvenční rozsah slyšitelných tónů. Vzdušné a kostní vedení zvuku. Zevní, střední a vnitřní ucho. Význam středoušních kůstek. Stavba vnitřního ucha. Cortiho orgán . Vnitřní a vnější vláskové buňky. Funkce endolymfy a perilymfy. Fonotopie. Sluchová dráha. Poruchy sluchu – percepční, převodní.

Vestibulární systém. Polokruhovitě kanálky – kinetické čidlo. Utrikulus, sakulus – statická čidla. Vláskové buňky, ampula, makula, otolity. Vestibulární reflexy (labyrinthové).

Chemické smysly. Čichový epitel, čichové buňky. Čichová dráha. Úloha amygdaly a limbických struktur pro zpracování pachových podnětů. Feromony. Základní chuťové vjemy (sladká, slaná, hořká, kyselá, umami).. Chuťové pohárky, chuťová buňka. Inervace jazyka. Chuťová dráha.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 312-336.



Kožní a bolestivé čítí. Receptory kožního čítí - mechanoreceptory (Pacciniho tělíska, Krauseho tělíska, Meissnerova tělíska, Merkelovy disky, Ruffiniho tělíska). Kožní termoreceptory. Proprioceptory (svalová vřeténka, Golgiho šlachová tělíska). Bolestivé podněty – chemické, mechanické, tepelné. Volná nervová zakončení – nocisenzory (vysokoprahé mechanoreceptory, polymodální). Přenos bolesti vlákny C (nemyelinizovaná) a A delta (slabě myelinizovaná). Mediátory bolesti – glutamát, substance P. Typy bolesti (povrchová, hluboká, viscerální). Přenesená bolest. Neuropatická bolest. Allodynie, hyperalgezie, analgezie.

Lemniskální systém – vedení somatosenzorické informace. Anterolaterální systém – vedení informace o bolesti a tepelném čítí. Trigemínální systém.



#### Literatura:

Fyziologie. Richard Rokyta a kolektiv. ISV nakladatelství, Praha 2008 Str. 337-353.



Proč při přerušení míchy na levé straně nevnímáme bolest pod místem přerušení na pravé straně?