

UNIVERZITA KARLOVA  
V PRAZE  
Fakulta tělesné výchovy a sportu



# **Fyziologie zátěže**

studijní opora pro kombinovanou formu studia

**Aplikovaná tělesná výchova a sport**

Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Praha 2012

## Anotace

### Charakteristika

Předmět se zabývá akutní odezvou organismu na zatížení i chronickými adaptačními procesy jednotlivých orgánových systémů lidského organismu způsobených fyzickým zatěžováním, se zvláštním zřetelem na období dětského věku, problematikou fyziologických regulací při fyzickém zatížení a posouzením endogenních exogenních vlivů, které se uplatňují v reakci a adaptaci na tělesné zatížení. V předmětu jsou podány základní informace o funkční a energetické náročnosti různých typů pohybových aktivit a vlivu tělesné výchovy na vývoj lidského organismu.



## Tématický plán prezenčního studia

3.r. 1/1 Z, Zk

### Přednášky:

1. Fyzické zatížení – adaptace a regulace na systémové, buněčné i molekulární úrovni, genetický polymorfismus, principy neurohumorálních regulací
2. Energetický metabolismus při pracovním zatížení, metabolické charakteristiky kosterního svalu, principy hodnocení energetické náročnosti pohybových aktivit.
3. Reakce a adaptace kardiovaskulárního a respiračního systému na zatížení, hodnocení funkční náročnosti pohybových aktivit, únava a zotavení.
4. Homeostatické regulační mechanismy při pohybové činnosti, termoregulace a exkrece při fyzickém zatížení.
5. Vliv zátěže na metabolismus různých tkání (tuková tkáň, jaterní tkáň, kostní tkáň, svalová tkáň), trávení a výživa ve vztahu k fyzické zátěži
6. Endogenní a exogenní vlivy a jejich uplatnění v reakci a adaptaci na tělesné zatížení.
7. Zátěž a rostoucí organismus, specifika zatěžování v různých fázích ontogenetického vývoje.

### Cvičení:

1. Pracovní metabolismus, metody stanovení energetického výdeje
2. Změny oběhových a respiračních parametrů při zatížení různé intenzity.
3. Ventilační změny při stupňovaném zatížení, ventilační anaerobní práh
4. Exkrece a termoregulace při zatížení .
5. Jednoduché funkční zkoušky (Ruffierův test, Step-test, Stangeho test).
6. Pracovní kapacita  $W_{170}$  a nepřímé stanovení maximálního aerobního výkonu
7. Aerobní zátěžová diagnostika - test  $VO_2max$

### Požadavky na zápočet a zkoušku:

- Zápočet: 100 % účast na praktické výuce. Předložení vypracovaných protokolů.  
Písemný test.
- Zkouška: ústní.

## Doporučená literatura:

- BARTŮŇKOVÁ S.: *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6
- HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část*. Praha: Karolinum. 2003. 203 s. ISBN 80-7184-354-7
- HELLER, J., VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum. 2011, 115 s. ISBN 978-80-246-1976-7
- BARTŮŇKOVÁ S.: *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6
- MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J. a kol. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen, 2011. 245 s. ISBN 978-80-7262-695-3
- NUSSBAUM, R.L. a kol. (2004) *Klinická genetika*. Praha: Triton, ISBN 80-7254-475-6, s. 86 – 100.

## Tématický plán kombinovaného studia

3.r. 8 h Z, Zk

V kontaktní 3 dvouhodinových konzultacích budou odpředneseny následující přednášky:

1. Fyzické zatížení – adaptace a regulace na systémové, buněčné i molekulární úrovni, genetický polymorfismus, principy neurohumorálních regulací
2. Energetický metabolismus při pracovním zatížení, metabolické charakteristiky kosterního svalu, principy hodnocení energetické náročnosti pohybových aktivit.
3. Vliv zátěže na metabolismus různých tkání (tuková tkáň, jaterní tkáň, kostní tkáň, svalová tkáň), trávení a výživa ve vztahu k fyzické zátěži

Jedna dvouhodinová konzultace bude věnována laboratornímu cvičení (demonstraci) s tématikou:

1. Aerobní zátěžová diagnostika - test  $VO_2$ max, stanovení anaerobního prahu a tréninkových zón

Požadavky na zápočet a zkoušku:

- Zápočet: 100 % účast na praktické výuce. Předložení vypracovaných protokolů.  
Písemný test.
- Zkouška: ústní.

## Samostudium:

**Návody:** U každé kapitoly určené k samostudiu jsou uvedeny literární zdroje. Ke kontrole studia každého úseku jsou ÚKOLY PRO STUDENTY vyžadující stručné odpovědi na zadané otázky.

**Literární zdroje** pro látku určenou k samostudiu jsou uvedeny výše.

V případě nejasností je možné konzultovat problém s vyučujícím pomocí e-mailu či se přihlásit elektronicky na individuální kontaktní konzultaci v konzultačních hodinách.

Kontrolní otázky se vztahují k následující problematice:

## **1. Fyzické zatížení – adaptace a regulace na systémové, buněčné i molekulární úrovni, genetický polymorfismus, principy neurohumorálních regulací**

### **Literární zdroje:**

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. (2003) *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část.* Praha: Karolinum. ISBN 80-7184-354-7 s. 69-76, s. 169-181

NUSSBAUM, R.L. a kol. (2004) *Klinická genetika.* Praha: Triton, ISBN 80-7254-475-6, s. 86 – 100.

### **Klíčová slova:**

*Adaptace a regulace, fyzické zatížení, Molekulární a buněčné adaptace, Genetický polymorfismus, Neurohumorální regulace.*

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Jak se podílí na biologickém základu tělesné zdatnosti vrozené předpoklady jedince a vlivy prostředí?
2. Definujte pojem genetický polymorfismus a uveďte příklady.
3. Charakterizujte postavení člověka v živočišné říši z hlediska kvalitativní homogenity resp. heterogenity a předpokladů pro fyzickou výkonnost.
4. Jaké typy regulací se uplatňují v akutní odpovědi i adaptaci na zatížení na molekulární a buněčné úrovni – uveďte příklady.
5. Jak se uplatňují somatické a vegetativní nervové regulace i hormonální regulace při zatížení, resp. v přípravě na zatížení a v zotavení?

## **2. Energetický metabolismus při pracovním zatížení, metabolické charakteristiky kosterního svalu, principy hodnocení energetické náročnosti pohybových aktivit.**

### **Literární zdroje:**

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část.* Praha:

Karolinum. 2003. ISBN 80-7184-354-7 s. 3-10, s. 48-56.  
HELLER, J., VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum. 2011. ISBN 978-80-246-1976-7 s. 5-13, 37-39.  
BARTUŇKOVÁ S.: *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6

**Klíčová slova:**

*Energetický metabolismus, Pracovní metabolismus, Metabolické charakteristiky kosterního svalu, Energetická náročnost pohybových aktivit, Energometrie, Kalorimetrie.*

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Charakterizujte bazální a pracovní metabolismus, přeměnu makroergních substrátů jako energetických zdrojů pro obnovu ATP a proces uplatňování jednotlivých zón energetického krytí v závislosti na intenzitě a době trvání svalové činnosti.
2. Charakterizujte principy biochemie svalové kontrakce a metabolické pochody, kterými svalová buňka získává energii pro svoji činnost, čím je limitována kapacita těchto metabolických pochodů?
3. Porovnejte vlastnosti jednotlivých svalových vláken z hlediska histochemických, strukturálních, funkčních a biochemických charakteristik.
4. Popište využívání zdrojů energie ve svalu v závislosti na intenzitě, době trvání výkonu a typu zatížení.
5. Popište metody stanovení energetického výdeje (přímá a nepřímá energometrie, dotazníkové a tabulkové metody, metody výpočtu pracovního metabolismu z hodnot srdeční frekvence a minutové ventilace). Jaké jsou přednosti i omezení jednotlivých metod?

**3. Reakce a adaptace kardiovaskulárního a respiračního systému na zatížení, hodnocení funkční náročnosti pohybových aktivit, únava a zotavení.**

**Klíčová slova:**

*Reakce na zatížení, Adaptace na zatížení, Kardiovaskulární systém, Respirační systém, Kyslíkový deficit, Kyslíkový dluh, Spotřeba kyslíku, Anaerobní práh, Funkční náročnosti pohybových aktivit, Únava, Zotavení.*

**Literární zdroje:**

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část*. Praha: Karolinum. 2003. ISBN 80-7184-354-7 s. 19-36, s. 84-87, 113-118.

HELLER, J., VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1976-7 s. 15-19, s. 34-36.

BARTUŇKOVÁ S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6 s. 62-71, s. 81-88.

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Popište změny v krvi při pracovním zatížení.
2. Charakterizujte reaktivní a adaptační změny oběhového systému na zatížení
3. Charakterizujte reaktivní a adaptační změny dýchacího systému na zatížení.
4. Charakterizujte vznik kyslíkového deficitu, problematiku tzv. mrtvého bodu a pozátěžovou nadspotřebu kyslíku (tzv. kyslíkový dluh).
5. Charakterizujte spotřebu kyslíku, maximální spotřebu kyslíku, anaerobní práh, a metody stanovení těchto ukazatelů.
6. Popište principy hodnocení funkční náročnosti pohybových aktivit.
7. Charakterizujte typy únavy, mechanismy vzniku při různých typech zatížení, popište procesy zotavení po fyzickém zatížení.

#### **4. Homeostatické regulační mechanismy při pohybové činnosti, termoregulace a exkrece při fyzickém zatížení.**

***Klíčová slova:***

*Homeostáza, Regulační mechanismy homeostázy při zatížení, Termoregulace při fyzickém zatížení, Exkrece při fyzickém zatížení*

***Literární zdroje:***

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část*. Praha: Karolinum. 2003. ISBN 80-7184-354-7 s. 11-18, s. 37-45

BARTUŇKOVÁ S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6 s. 21-23, s. 119-133, s. 267-268.

HELLER, J., VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1976-7 s. 20-22.

MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J. a kol. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3 s 77-97

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Popište jednotlivé homeostatické mechanismy a jejich účast při udržování homeostázy při fyzickém zatížení.
2. Popište způsoby exkrece, charakterizujte exkreční úlohu ledvin a reaktivní a adaptační změny při fyzickém zatížení,

3. Popište termoregulaci při zatížení za podmínek zvýšené teploty prostředí, procesy reakce a adaptace na zvýšenou teplotu prostředí a změny ve složení potu.
4. Popište změny kožní teploty při zatížení stupňované intenzity.
5. Popište termoregulaci při zatížení za podmínek snížené teploty zevního prostředí.

## **5. Vliv zátěže na metabolismus různých tkání (tuková tkáň, jaterní tkáň, svalová a kostní tkáň), trávení a výživa ve vztahu k fyzické zátěži**

### **Klíčová slova:**

*Metabolismus při zatížení, Metabolismus tukové tkáně, Metabolismus jater, Metabolismus kostí, Svalový metabolismus, Trávení a fyzické zatížení, Výživa ve vztahu k fyzické zátěži*

### **Literární zdroje:**

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část.* Praha: Karolinum. 2003. ISBN 80-7184-354-7 s. 46-68, 128-157.

BARTUŇKOVÁ S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení.* UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6 s. 89-110.

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Charakterizujte metabolismus tukové tkáně při zatížení a v zotavení.
2. Popište úlohu jaterní tkáně při zatížení a v zotavení.
3. Charakterizujte metabolismus svalové tkáně a její adaptaci na různé typy fyzického zatěžování.
4. Popište změny kostní, chrupavčité a vazivové tkáně při fyzickém zatížení.
5. Charakterizujte fyziologické zásady výživy u sportujících.
6. Popište reaktivní a adaptační změny trávicího systému na tělesné zatížení.

## **6. Endogenní a exogenní vlivy a jejich uplatnění v reakci a adaptaci na tělesné zatížení**

### **Klíčová slova:**

*Endogenní vlivy a tělesná zátěž, Biorytmy a tělesná zátěž, Vlivy prostředí a reakce a adaptace na tělesnou zátěž.*

**Literární zdroje:**

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část.* Praha: Karolinum. 2003. ISBN 80-7184-354-7 s. 158-168.

BARTŮŇKOVÁ S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení.* UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6 s. 263-275.

MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J. a kol. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity.* Praha: Galen, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3 s. 98-109.

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Popište teplotní faktory zevního prostředí a jejich vliv na výkonnost jedince.
2. Charakterizujte reakci a adaptaci lidského organismu na tlakové vlivy zevního prostředí (zvýšení hydrostatického tlaku, snížení atmosférického tlaku, gravitační tlak a stav beztlíže) a jejich vliv na výkonnost jedince.
3. Popište meteorologické, sezónní a kosmické faktory a faktory znečištěného životního prostředí a jejich vliv na výkonnost jedince.
4. Popište charakteristiky biorytmů a jejich vliv na aktuální výkonnost jedince.
5. Charakterizujte problematiku desynchronizace biorytmů u sportovců a popište možnosti prevence.

## **7. Zátěž a rostoucí organismus, specifika zatěžování v různých fázích ontogenetického vývoje.**

**Klíčová slova:**

*Zátěž a rostoucí organismus, Specifika zatěžování v různých fázích ontogenetického vývoje, Problematika tréninku a sportovní výkonnosti u ženského a mužského organismu.*

**Literární zdroje:**

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část.* Praha: Karolinum. 2003. ISBN 80-7184-354-7 s. 119-125.

BARTŮŇKOVÁ S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení.* UK Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1171-6 s. 252-262.

MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J. a kol. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity.* Praha: Galen, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3 s. 127-157.

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Charakterizujte morfofunkční specifika dětského věku a uveďte zásady pro podvádění sportovního tréninku dětí a mládeže.
2. Popište základní morfofunkční rozdíly mezi mužským a ženským organismem a z nich vycházející zásady rozdílného zatěžování mužů a žen.
3. Charakterizujte morfofunkční involuční změny ve stáří a zásady zatěžování starších osob.



4. Popište problematiku biologické věku v průběhu ontogeneze, principy metod stanovení a význam pro zatěžování lidského organismu.

## **8. Funkční zkoušky a základní laboratorní diagnostika fyziologie tělesné zátěže.**

### **Klíčová slova:**

*Jednoduché funkční zkoušky, Ruffierův test, Step-test, Stangeho test, pracovní kapacita  $W_{170}$ , Křížův test, Maximální aerobní výkon, test  $VO_2max$ , Ventilací anaerobní práh, Anaerobní testy, Wingate test, Bezzátěžová diagnostika, Terénní zátěžové testy*

### **Literární zdroje:**

HELLER, J., VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum. 2011. ISBN 978-80-246-1976-7 s. 17-19, s 23-36, s. 40-56.

HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *Fyziologie tělesných cvičení. I. obecná část*. Praha: Karolinum. 2003. ISBN 80-7184-354-7 s. 106-107.

BARTUŇKOVÁ S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. UK Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1171-6 s. 113-117.

ÚKOLY PRO STUDENTY: Zodpovězte si kontrolní otázky:

1. Charakterizujte principy jednoduchých funkčních zkoušek a jejich využití, popište metodiku Ruffierova testu, Step-testu a Stangeho testu a základní interpretaci jejich výsledků.
2. Popište princip testu pracovní kapacity  $W_{170}$  a základní interpretaci jeho výsledků, charakterizuje Křížův test, popište možnosti využití odhadu úrovně  $VO_2max$  z výsledků testu  $W_{170}$ , porovnejte přednosti a slabé stránky submaximálních zátěžových testů.
3. Charakterizujte princip testu  $VO_2max$ , popište principy zátěžových protokolů, charakterizujte hlavní sledované parametry a principy jejich interpretace, popište kritéria dosažení maxima pro odlišení  $VO_2max$  a  $VO_2peak$ .
4. Popište princip testu ventilačního anaerobního prahu, laktátového anaerobního prahu a Conconiho testu, charakterizujte základní metody stanovení anaerobního prahu a mechanismus odpovědný za vznik hyperventilace. Popište principy interpretace hodnot na úrovni anaerobního prahu.
5. Charakterizujte anaerobní zátěžové testy, popište princip anaerobního Wingate testu, charakterizujte přístupy bezzátěžové diagnostiky u sportujících, uveďte základní typy terénních aerobních a anaerobních testů, charakterizujte jejich metodologii i využití ve sportovní praxi.
6. Uveďte základní využití výsledků zátěžových testů ve sportovním tréninku – využití maximálních hodnot a hodnot na úrovni anaerobního prahu, popište využití srdeční frekvence ve sportovním tréninku (absolutních a relativních tj. procentuálních hodnot) a využití srdeční rezervy pro stanovení tréninkových intenzit.

