

## Cíle

Stanovit tělesnou zdatnost výstupovým testem.

### Podrobnější rozbor cílů

Naučit se pracovat se senzorem PASPORT PS-2186 – rukojeťový měřič tepové frekvence. Odečíst z grafického záznamu hodnoty průměrné tepové frekvence. Vypočítat na základě odečtených hodnot index zdatnosti. Porovnat zjištěnou hodnotu indexu zdatnosti s normou. Uvést faktory, které mohou ovlivnit hodnoty tepové frekvence a indexu zdatnosti.

## Zadání úlohy

Podle uvedeného postupu provedte výstupový test, odečtěte získané průměrné hodnoty tepové frekvence z grafického záznamu a vypočítejte index zdatnosti (*IZ*). Zjištěnou hodnotu *IZ* porovnejte s normou a proveďte orientační vyhodnocení svojí tělesné zdatnosti.

### Poznámka

Pro provedení tohoto experimentu je vhodná práce ve trojicích.

## Pomůcky

počítač s USB portem se software SPARKvue, PASPORT USB Link (Interface), PASPORT PS-2186 = rukojeťový měřič tepové frekvence, příslušenství k měřiči 648-10601, návod k senzoru PASPORT PS-2186, stupínek (židle nebo bedna) o dané výšce (pro ženy 45 cm, pro muže 50 cm), metronom nebo stopky, kalkulačka, pracovní návod, pracovní list

### Technická úskalí, tipy a triky

Lze využít i senzor tepové frekvence PS-2129A a jako rozhraní SPARK PS-2008 A, případně Xplorer GLX PS-2002. Měření je možné provést i pomocí software Datastudio.

### Zařazení do výuky

G (SŠ): vzdělávací obor Člověk a příroda, obor Biologie – biologie člověka: žáci plní očekávané výstupy RVP – využívají znalosti o oběhové soustavě pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími v lidském těle. Vhodné zařadit jako laboratorní cvičení v rámci povinného nebo volitelného předmětu zaměřeného na biologii člověka. Tento experiment doporučujeme provést poté, kdy žáci byli obeznámeni s činností srdce a projevem jeho činnosti.

### Časová náročnost

Jedna až dvě vyučovací hodiny (závisí na zkušenostech práce s měřicím zařízením, způsobu teoretické přípravy a rozsahu úkolů v pracovním listu) – praktická příprava a vlastní měření asi 30 minut, analýza a vyhodnocení asi 15 minut.

### Návaznost experimentů

Jako navazující experiment doporučujeme „Fyzická zátěž a tepová frekvence“, popřípadě „Vliv fyzické zátěže na krevní tlak a tep“.

### Mezipředmětové vztahy

tělesná výchova – trénovanost a fyzická kondice jedince; fyzika – kapaliny a vlnění; matematika – základní matematické výpočty – práce s grafem, práce se vzorci, statistika

## Teoretický úvod

Při tělesné aktivitě narůstají metabolické nároky svalové tkáně, dochází tedy ke zvýšení minutového srdečního výdaje a tedy vzrůstu srdeční aktivity. Zvýšení minutového výdaje je dosaženo jednak zvětšením tepového objemu a dále zvýšením tepové frekvence. Měření tepového objemu je technicky složité, používá se proto jako hlavní ukazatel srdeční aktivity **změna tepové frekvence nebo krevního tlaku**. Výhodou je, že měření obou těchto ukazatelů je neinvazivní.

Těchto měření je využíváno v tzv. **výstupových zátěžových testech** k posouzení oběhové a tělesné zdatnosti. U zátěžových testů je jasná odpověď vyjádřená rychlým poklesem tepové (srdeční) frekvence a krevního tlaku ve fázi zotavení. Čím je jedinec zdatnější, tím dříve se hodnoty jednotlivých ukazatelů dostanou do normálu. Získáváme určitý **index zdatnosti** pro každý test.

Nejpoužívanější zátěžový test je **Harvardský výstupový test (step test)**, který vychází z principu přímo úměrného vztahu mezi oběhovou zdatností a rychlostí návratu pozátěžové srdeční frekvence k výchozím hodnotám. Vychází z hodnocení frekvenčních změn tepu po standardizované námaze a rychlosti jeho návratu ke klidovým hodnotám.

Návrat ke klidovým hodnotám je u fyzicky zdatných, eventuálně trénovaných osob rychlejší než u lidí méně zdatných.

Standardní pohybovou zátěží je vystupování na stupeň, tj. přesun vlastní hmotnosti po vertikální dráze. Frekvence vystupování je standardní (30krát za minutu) a výška stupně je diferencována pro muže (50 cm), pro ženy (45 cm) a pro děti (30 cm), případně lze vycházet z výšky vyšetřované osoby. Doba trvání testu dosahuje optimálně 5 minut, ale i méně (v rozsahu od 3 do 5 minut), pokud vyšetřovaná osoba není schopna dodržet stanovený rytmus vystupování (v případě kratšího trvání se do indexu step testu uvádí skutečná doba vystupování v sekundách).

Bezprostředně po ukončení testu se vyšetřovaná osoba posadí. Srdeční frekvence, eventuálně počet tepů v 30sekundových intervalech, se měří ve standardních časech zotavení tj. 1–1:30 ( $SF_1$ ), 2–2:30 ( $SF_2$ ) a 3–3:30 ( $SF_3$ ) minut po zátěži.

Z hodnot tří tepových frekvencí získaných ve třech 30sekundových periodách a z délky doby cvičení v sekundách se vypočítá index zdatnosti dle vzorce:

$$IZ = \frac{(\text{délka cvičení v sekundách}) \cdot 100}{(SF_1 + SF_2 + SF_3) \cdot 2} \quad (1)$$

Zjištěnou hodnotu indexu zdatnosti porovnáme s hodnotami v empirické tabulce (tab. 1) a vyhodnotíme úroveň fyzické zdatnosti dle uvedených kritérií.

pod 55 bodů	slabá tělesná zdatnost
55–64 bodů	nízký průměr
65–79 bodů	vysoký průměr
80–89 bodů	zdatný
90 a více bodů	velmi zdatný

Tab. 1: Hodnocení tělesné zdatnosti podle výsledků výstupového testu (Harvard)

## Motivace

Odhadněte, jaká je vaše fyzická zdatnost (slabá, průměrná, vysoká). Jak reaguje srdce na fyzickou námahu a jak se projeví jeho činnost po zátěži? Které faktory mohou ovlivnit hodnoty tepové frekvence po zátěži a její návrat ke klidové hodnotě?

## Bezpečnost práce

Je třeba dodržovat zásady bezpečnosti a hygieny práce v biologické laboratoři a zásady bezpečné práce s elektrickými zařízeními. Pracovat pečlivě dle návodu práce.

## Příprava úlohy

Nejprve zodpovíme úvodní motivační otázky. Prostudujeme pracovní návod a pracovní list. Připravíme měřicí techniku a zkusíme její funkčnost.

## Postup práce

Vytvoříme **tříčlenné pracovní skupiny** (1. osoba, která je testována, 2. osoba, která měří metronomem a sleduje testovaného a 3. osoba testující, tj. provádějící sběr dat). Účastníci se v rolích postupně vymění. Každý účastník měření zpracovává data vlastní.

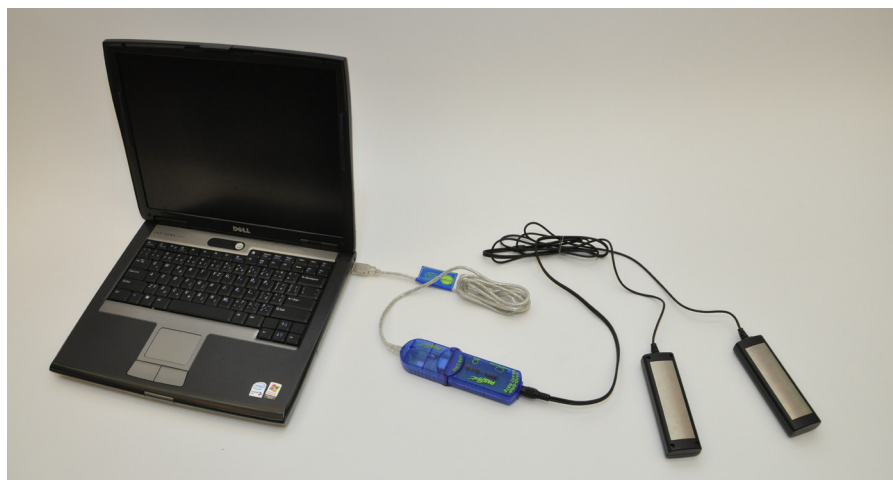
Vypracujeme slovníček pojmů v pracovním listu. Provedeme praktickou část experimentu – výstupový test. Grafický záznam dat uložíme jako soubor SPARK experiment (\*.spk) k dalšímu zpracování. Grafický záznam vytiskneme, bude přílohou pracovního listu. Analyzujeme získaná data ve Spark data.

Hodnoty tepových frekvencí získané měřením zaznamenáme do tabulky v pracovním listu. Podle daného vzorce vypočítáme index zdatnosti, hodnotu zapíšeme do téže tabulky. Vyhodnotíme úroveň orientační fyzické zdatnosti dle daných kritérií uvedených v empirické tabulce 1.

Do tabulky zapíšeme i výsledky spolupracovníků, navzájem je porovnáme a prodiskutujeme odlišnosti. Vypracujeme závěr.

## Nastavení HW a SW

Propojíme senzor PASPORT PS-2186 s USB linkem. Propojíme USB link s počítačem (obr. 1).



Obr. 1: Sestava měřicí techniky

### Poznámka

Senzor rukojeťový měřič tepové frekvence PASPORT PS-2186 není lékařský přístroj. Nelze jej použít pro stanovení zdravotního stavu nebo kondice osob. Testovaným osobám je třeba sdělit, že hodnocení výsledků je pouze orientační.

Rukojeťový měřič tepové frekvence je vhodné před použitím očistit papírovým ubrouskem nebo vlhkým hadříkem. Přístroj se nesmí ponořovat do vody.

Je třeba mít základní znalosti o zdravotním stavu měřených osob. Zdravotně handicapované osoby (kardiovaskulární onemocnění) nesmí test podstoupit.

### Poznámka

Připravíme pro žáky pracovní návody, pracovní listy, návod k senzoru PASPORT PS-2186, stupínek. Zajistíme na počítačové síti místo pro ukládání naměřených dat k dalšímu zpracování. Zkontrolujeme funkčnost měřicího zařízení. Upozorníme žáky na problematické momenty experimentu.

Doporučujeme, aby si žáci nejprve prostudovali teoretický úvod a doplnili slovníček pojmů v pracovním listu (je vhodné zadat jako domácí úkol). Ověříme, že žáci přípravnou část úlohy opravdu vypracovali.

### Poznámka

Grafický záznam není třeba tisknout, může být testovanou osobou schematicky překreslen.

### Technická úskalí, tipy a triky

Při používání rukojeťového měřiče tepové frekvence je třeba uchopit rukojeti příslušenství pevně, ale ne příliš silně dlaněmi obou rukou tak, aby jedna z kovových stran každé rukojeti byla ve středu jedné z dlaní. Měření bude snazší a přesnější, budou-li ruce umyté a suché.

**Technická úskalí, tipy a triky**

V nabídce *Nastavení vzorkování* v dolní části okna můžeme zapnout *Automaticky zastavené podmínky* po proběhnutí určité doby. Nastavíme čas, po kterém chceme jednotlivá měření automaticky ukončit. Nastavené hodnoty potvrdíme tlačítkem *OK*.

**Poznámka**

Při testování 18letých použijeme stupínek jako pro dospělé osoby.

**Technická úskalí, tipy a triky**

Při používání rukojetového měřiče tepové frekvence uchopujte rukojeti příslušenství pevně, ale ne příliš silně dlaněmi obou rukou tak, aby jedna z kovových stran každé rukojeti byla ve středu jedné z dlaní. Měření bude snazší a přesnější, budou-li ruce umyté a suché. Je třeba počítat s tím, že přístroj neměří hned, ale trvá asi 20 sekund, než začne sbírat data, proto testující osoba musí spustit program v dostatečném předstihu.

Spustíme v počítači program SPARKvue. Jakmile počítač rozpozná nové zařízení, spustí se automaticky okno SparkVue a na obrazovce počítače se zobrazí okno *Dostupně připojeného senzoru – Senzor srdečního tepu do ruky* a *Seznam měřených veličin – Tep*. Zvolíme nabídku *Tep*, ve spodní části okna se zvýrazní tlačítko *Měřit*. Kliknutím na tlačítko *Měřit* se objeví pracovní okno měření. V nabídce způsobu zobrazení v horní části okna zvolíme předdefinované zobrazení č. 1: *Graf*. V nabídce *Nastavení vzorkování* v dolní části okna zvolíme předdefinované *Vzorkování 5 sekund*. Vypneme *Automatické zastavení měření* po proběhnutí určité doby. Nastavené hodnoty potvrdíme tlačítkem *OK*. Připojíme příslušenství měřiče. Správné zapojení je signalizováno **oranžově** svítící LED diodou na senzoru.

**Příprava měření**

Seznámíme se s postupem měření. Provedeme **výstupový test**:

**Testovaná osoba** v pohodlném oblečení a s vhodnou obuví si na značnou připraví jednu nohu na stupínek, druhá je na zemi. Vystupování a sestupování se provádí střídavě levou a pravou, přičemž jedna noha zůstává na stupínku a vyšetřovaný si nesmí pomáhat opíráním rukama o stehna. Výstupy se provádí **3 až 5 minut** podle tělesné zdatnosti testované osoby v tempu **30 výstupů za 1 minutu**. Stupínek je 50 cm vysoký pro muže, 45 cm pro ženy, 30 cm pro děti a mládež. Bezprostředně po ukončení testu se testovaná osoba posadí a podstoupí měření další osobou ze skupiny.

**Druhá osoba ze skupiny** kontroluje pomocí metronomu tempo výstupů (metronom je nastaven na frekvenci  $60 \text{ min}^{-1}$  nebo lépe na  $120 \text{ min}^{-1}$  pro rozložený pohyb nahoru-pravá, nahoru-levá a dolů-pravá, dolů-levá) nebo udává tempo slovně podle stopek.

**Třetí osoba ze skupiny** připravuje zařízení k záznamu dat – měření tepové frekvence testované osoby po zátěži.

**Vlastní měření a záznam dat**

Testovaná osoba uchopí rukojeti příslušenství měřiče dlaněmi obou rukou. Rozsvítí se **zelená kontrolka** LED (AQUIRING). Během několika sekund (10 až 20) začne blikat **červená kontrolka** (Beats). Přístroj je připraven k měření.

**Průběh vlastního měření:**

Klikneme na zelené tlačítko *START* v levém dolním rohu okna – spustíme sběr dat. Měříme ve třech časových intervalech standardních časů zotavení  $SF_1 - 1-1:30$  minut,  $SF_2 - 2-2:30$  minut a  $SF_3 - 3-3:30$  minut po zátěži.

**Spustit sběr dat je vhodné asi 20 vteřin před sledovaným intervalem** z důvodu kalibrace přístroje.

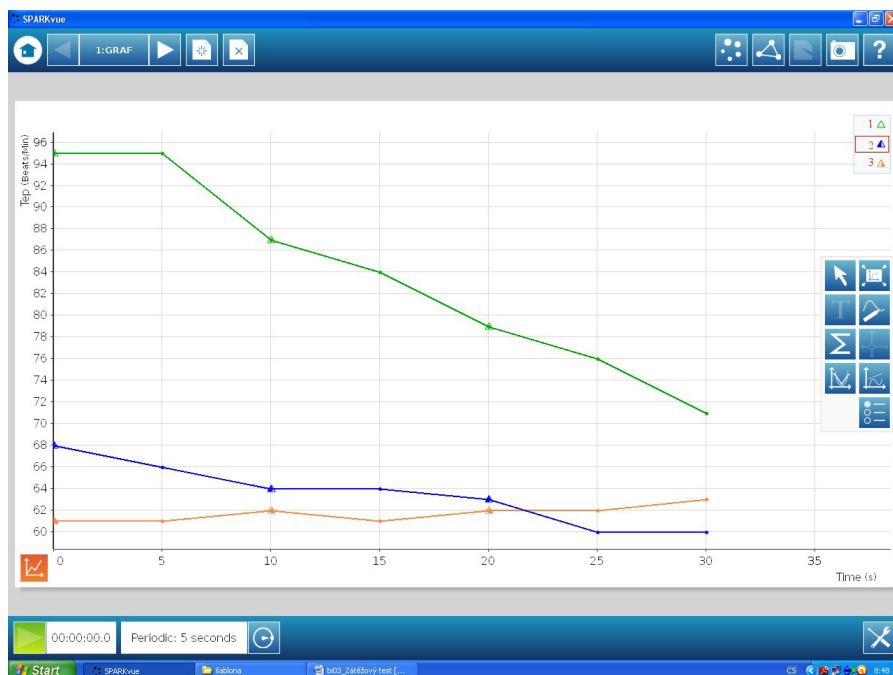
Sběr dat ukončíme červeným tlačítkem *STOP* v levém dolním rohu.

Grafický záznam všech 3 měření tepové frekvence uložíme kliknutím na tlačítko *Sdílení naměřených dat a protokolů* volba *LAB STRÁNKY uložit jako soubor SPARK experiment (\*.spk)* na místo, které máme vyhrazeno k ukládání souborů.

Ve skupině provedeme měření dalších osob. Při výměně rolí před dalším měřením očistíme rukojetě příslušenství k senzoru vlhkým hadříkem nebo papírovým ubrouskem.

**Analýza naměřených dat**

Otevřeme uložený soubor, v případě nutnosti zvolíme náhled na celou plochu obrazovky. V náhledu jsou všechna 3 měření (obr. 2).



Obr. 2: Grafický záznam výstupového testu

V nabídce *Číslo měření* v pravé horní části grafu vybereme **měření  $SF_1$** , ostatní měření tak zůstanou skrytá.

Kliknutím na ikonu *Nástroje grafu* v levém dolním rohu zpřístupníme možnost práce s grafem. Kliknutím na ikonu *Výběr statistiky grafu* zpřístupníme nabídku *Select Graph Statistics*, zvolíme možnost *Mean*. Potvrdíme tlačítkem *OK*. Na grafu se objeví hodnota průměrné tepové frekvence ve sledovaném intervalu. Hodnotu zapíšeme do tabulky v pracovním listu.

Výběr zrušíme postupným kliknutím na ikony *Výběr statistiky grafu* a *Výběr datové oblasti*.

Při odečtení hodnot průměrné tepové frekvence  $SF_2$  a  $SF_3$  **postupujeme stejně**.

Z hodnot tří tepových frekvencí získaných ve třech 30sekundových periodách a z délky doby cvičení v sekundách vypočítáme *IZ*.

Protože v **programu SPARKvue zjistíme měřením minutovou tepovou frekvenci**, pro výpočet *IZ* budeme používat vzorec:

$$IZ = \frac{(\text{délka cvičení v sekundách}) \cdot 100}{(SF_1 + SF_2 + SF_3)}, \quad (2)$$

kde  $SF_1$ ,  $SF_2$  a  $SF_3$  jsou minutové tepové frekvence.

Provedeme vyhodnocení výsledků.

## Informační zdroje

- AL], K. Bernášková ... [et], Redakce R. ROKYTA a Ilustrace L. D ILUSTRACE L. ŠTASTNÁ. *Fyziologie: praktická cvičení a demonstrace*. 2. vyd. Praha: Pro 3. lékařskou fakultu Univerzity Karlovy vydalo Psychiatrické centrum Praha, 2002. ISBN 80-851-2133-6.
- SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2004, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.

### Poznámka

Pro sportovce se používá ještě jiná empirická tabulka:

pod 80 bodů	méně výkonný
81–100 bodů	středně výkonný
101–120 bodů	dobře výkonný
121–140 bodů	velmi dobře výkonný
nad 140 bodů	výborně výkonný

Tab. 2: Hodnocení tělesné zdatnosti sportovců podle výsledků výstupového testu (Harvard).

### Hodnocení výsledků

Vypočtenou hodnotu *IZ* podle vzorce (2) žáci porovnají s údaji v empirické tabulce 1 a přiřadí odpovídající fyzickou zdatnost. Porovnají očekávané výsledky se skutečnými. Posoudí vliv klidové tepové frekvence na hodnotu *IZ*. Porovnají výsledky ve skupině a vysvětlí případné odlišnosti. Pokusí se určit faktory, které mohou ovlivnit hodnotu tepové frekvence a *IZ*.

### Syntéza a závěr

Porovnáme hodnoty získané měřením v pracovních skupinách a zdůvodníme rozdíly ve výsledcích.

- VOKURKA, Martin. *Praktický slovník medicíny*. 5. rozš. vyd. Praha: Maxdorf, 1998, 490 s. ISBN 80-858-0081-0.
- *Funkční zkoušky*. [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.profmartinik.cz/wp-content/soubory/fvmvhp-5funkcni-zkousky.pdf>
- PASCO. *Pasco* [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: [www.pasco.cz](http://www.pasco.cz)
- PASCO. *Pasco* [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: [www.pasco.com](http://www.pasco.com)
- PASCO. *Návod k obsluze senzorů Pasport* [online]. [cit. 25. 4. 2012]. Dostupný na www: <[http://www.pasco.cz/images/stories/Manualy/\\_\\_\\_PS-%2021XX%20Manual.pdf](http://www.pasco.cz/images/stories/Manualy/___PS-%2021XX%20Manual.pdf)>.
- *Tepová frekvence*. In: [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.cyklistikakrnov.com/Clanky/Clanky/Proc-merit-tepovou-frekvenci.htm>
- VERNIER. *Vernier* [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: [www.vernier.cz](http://www.vernier.cz)
- *Výstupový test*. [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://pf.ujep.cz/~pysnad/fyziologie/vystupove%20testy.htm>