

MASARYKOVA UNIVERZITA

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA TĚLESNÉ VÝCHOVY A VÝCHOVY KE ZDRAVÍ

Aplikace problematiky první pomoci do  
hodin fyziky

Bakalářská práce

Brno 2017

Vedoucí práce:

PhDr. Mgr. Jitka Slaná Reissmannová, Ph.D.

Vypracovala:

Lucie Adamcová

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze informace z citované literatury uvedené v seznamu literatury a zdrojů v souladu s Disciplinárním řádem pro studenty Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity a se zákonem č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Brně, dne 30.3.2017

-----

Lucie Adamcová

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí práce PhDr. Mgr. Jitce Slané Reissmannové, Ph.D. Dále především rodině a přátelům, kteří mě v mém snažení podporovali. Jmenovitě pak Sáře Hlisnikovské, která mi práci přečetla a provedla jazykovou korekturu. Největší dík ze všech patří odbornému konzultantovi RNDr. Janu Šlégrovi, Ph.D., bez kterého bych práci nikdy nedopsala.

## **Anotace bakalářské práce**

Bakalářská práce je zaměřena na mezioborové propojení první pomoci a fyziky. V teoretické části jsou vybrány konkrétní kapitoly první pomoci, které autorka podrobně popsala. Ke každé vybrané kapitole je uveden fyzikální popis nastalých jevů v organismu. Důležitou kapitolou praktické části se stala implementace celé problematiky do fyzikální teorie probírané na základní škole. Praktickou část bakalářské práce dále tvoří průzkum dosavadního didaktického využití v učebnicích pro základní školy a zpracování výsledků dotazníků, které byly směřovány na učitele fyziky na základních školách. V příloze se nalézá vypracovaný pracovní list k dané problematice.

## **Annotation of bachelor thesis**

This bachelor thesis is aimed at interdisciplinary connections of first aid and physics. In the theoretical part there are described specific chapters of first aid. Every chapter is complemented by the description of physical phenomena in an organism. An important chapter of the practical part is the implementation of the whole issue into physical theory in elementary school. The practical part of the thesis also contains survey of textbooks for elementary school and processed results of the questionnaire, which were responded by physics teachers in elementary schools. In the annex there is a worksheet with examples.

## **Klíčová slova**

první pomoc, biofyzika, základní fyzikální zákony, mezioborové propojení

## **Key words**

first aid, biophysics, basic laws of physics, interdisciplinary connections



## OBSAH

|   |    |
|---|----|
| Obsah .....                                       | 5  |
| Úvod.....   | 7  |
| 1. První pomoc na ZŠ .....                        | 8  |
| 2. Výběr kapitol z první pomoci .....             | 9  |
| 2.1. Krevní tlak.....                             | 9  |
| 2.1.1. Měření krevního tlaku .....                | 10 |
| 2.1.2. Vysoký krevní tlak – hypertenze.....       | 10 |
| 2.1.3. Nízký krevní tlak – hypotenze.....         | 11 |
| 2.1.4. Fyzikální pohled na krevní tlak .....      | 12 |
| 2.2. Krvácení .....                               | 13 |
| 2.2.1 Zástava krvácení .....                      | 14 |
| 2.2.2 Tlakový obvaz, škrtidlo.....                | 15 |
| 2.2.3 Fyzikální pohled – hemodynamika .....       | 16 |
| 2.3. Zlomeniny .....                              | 20 |
| 2.3.1 Fyzikální pohled – biomechanika kostí.....  | 20 |
| 2.4. Náhlá zástava oběhu.....                     | 22 |
| 2.4.1. Princip masáže srdce .....                 | 23 |
| 2.4.2. Defibrilátor .....                         | 24 |
| 2.4.3. Fyzikální pohled na defibrilátor .....     | 25 |
| 2.5. Pneumotorax .....                            | 26 |
| 2.5.1. Princip dýchání zdravého jedince.....      | 27 |
| 2.5.2. Fyzikální pohled – mechanika dýchání ..... | 28 |
| 2.6. Termická poranění .....                      | 29 |
| 2.6.1. Tepelné ztráty .....                       | 30 |
| 2.6.2. Zvýšená teplota.....                       | 31 |
| 2.6.3. Fyzikální pohled – termika.....            | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 2.7. Ochrana člověka.....   | 34 |
| 2.7.1. Úrazy elektrickým proudem .....                                  | 34 |
| 2.7.2. Fyzikální pohled na vedení proudu v organismu .....              | 35 |
| 2.7.3. Ochrana před bleskem .....                                       | 36 |
| 2.7.4. Fyzikální pohled na zásah bleskem .....                          | 37 |
| 2.7.5. Reflexní vesta .....   | 38 |
| 2.7.6. Fyzikální pohled – princip reflexní vesty .....                  | 38 |
| 3. Praktická část .....   | 39 |
| 3.1. Cíle .....   | 39 |
| 3.2. Začlenění do fyzikální teorie na ZŠ .....                          | 39 |
| 3.3. Průzkum dosavadního didaktického využití v učebnicích pro ZŠ ..... | 42 |
| 3.4. Výsledky dotazníkového šetření .....                               | 44 |
| Diskuze.....  | 50 |
| Závěr .....   | 51 |
| Seznam literatury .....   | 52 |
| Seznam příloh .....   | 57 |

## ÚVOD

Mezipředmětové propojení je nezbytné pro lepší náhled do jakékoliv problematiky. Pokud dáme žákům dostatečné množství informací, neměl by pro ně být problém tyto poznatky aplikovat na konkrétní příklady. Bavíme-li se o žácích druhého stupně základní školy, kteří v hodinách fyziky procházejí jednotlivé oblasti týkající se rozličných fyzikálních zákonů, principů a pravidel, předpokládáme, že jejich poznatky budou, nebo alespoň mohou být, aplikované do dalších vědních oborů.

Pro svůj zájem o zdraví a celkovou biologii člověka jsem si vybrala právě první pomoc, jako pro žáky atraktivní téma, které bude v této práci popsáno platnými fyzikálními zákony. Tím bude problematika první pomoci přenesena přímo do hodin fyziky. Dalo by se také mluvit o jakési první pomoci očima fyziky.

Teoretická část vychází z odborné literatury. Nejprve jsou představena vybraná témata z první pomoci, která lze učit v hodinách fyziky. Ta jsou dále rozebírána z pohledu fyziky, přednostně tak, aby byl každý fyzikální důvod nastalé situace či stavu co nejlépe popsán. Pro implementaci první pomoci do hodin fyziky na ZŠ se tato teorie ovšem musí ještě upravit do podoby, které budou žáci rozumět. Zde vycházím z návrhů implementací paní doktorky Slané Reissmannové. (Reissmannová, 2010)

Začleňování problematiky první pomoci do fyzikální teorie na základních školách je prvním cílem praktické části.

Druhým cílem praktické části je analýza běžně užívaných učebnic fyziky na základní škole. Pátráno je po propojení s tematikou první pomoci nebo alespoň zdravotvědy. Výsledkem se stává pracovní list, čerpající z podnětů nalezených v učebnicích, někdy využívá i celé příklady. Pracovní list je vložen v příloze.

Třetím cílem praktické části se stalo zpracování výsledků elektronických dotazníků, které byly rozeslány po základních školách v celé republice. Předmětem zkoumání je zde povědomí a zájem o propojení problematiky fyziky a první pomoci z pohledu učitelů fyziky.

Cílem této bakalářské práce je mezioborové propojení znalostí, a to z oblasti výchovy ke zdraví a fyziky. Žákům by mělo být jasné, že fyzikální teorie má své využití také v principu fungování všech živých organismů.

## 1. PRVNÍ POMOC NA ZŠ

Podle rámcového vzdělávacího programu je jedním ze vzdělávacích oborů Člověk a zdraví, kam spadá Výchova ke zdraví a Tělesná výchova. Problematika první pomoci může být na základních školách probírána například v rámci samostatného předmětu Výchova ke zdraví. Často je první pomoc vyučována v hodinách přírodopisu. Patří mezi očekávané výstupy, že žák v případě potřeby dokáže poskytnout adekvátní první pomoc. (Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2016, s. 91–95)

*„V zájmu svého zdraví a zdraví spoluobčanů je každý povinen poskytnout nebo zprostředkovat nezbytnou pomoc osobě, která je v nebezpečí smrti nebo jeví známky závažné poruchy zdraví.“* (§ 9 odst. 4 písm. b) zákona č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů) Pro úplnost je potřeba doplnit, že zachránce je povinen dbát nejprve na vlastní bezpečnost.

## 2. VÝBĚR KAPITOL Z PRVNÍ POMOCI

Záměrně jsou vybrána taková témata, ke kterým je fyzikální výklad dobře uchopitelný i pro žáky na základní škole. Jejich začlenění do vyučovacích hodin pak může mít podobu některých výpočetních příkladů, ale také může sloužit jako odpověď na otázku využitelnosti probírané teorie v praxi.

Ke každému tématu je na konci uveden výklad fyzikálních principů, se kterými se při jednotlivých situacích můžeme setkat. Využito je zde především poznatků biofyziky, ze které jsou vybírány ty části, které se hodí pro popsání dané problematiky.

### 2.1. Krevní tlak

Krevní tlak je nezbytný k tomu, aby se krev dostala do kapilární sítě a následně žilním návratem zpět do srdce. Utváří tzv. tlakový spád, který je nutným předpokladem pro proudění krve. V průběhu srdečního cyklu krevní tlak stoupá a klesá v závislosti na systole a diastole. Systola je fáze, při které dochází ke kontrakci srdeční svaloviny a vypuzení krve do oběhu. Opakem je diastola, kdy se srdeční svalovina uvolňuje a srdce se plní krví.

Krevní tlak vzniká v důsledku činnosti srdce, odporu cév a množství krve v organismu. Vlastní odpor cév je dán kombinací následujících složek – vnitřní tření kapaliny, tření proudící krve o cévní stěny, viskozity krve a průsvitu cévy. Právě průsvit arteriol má největší vliv na periferní odpor. Vazokonstrikce je stav, kdy je průsvit malý a odpor spolu s krevním tlakem stoupá. Vazodilatace je naopak situace, kdy se průsvit zvětšuje, díky čemuž klesá odpor i krevní tlak. (Mourek, 2005, s. 40–41)

Nejvyšší hodnota krevního tlaku se označuje jako tlak systolický. Objem krve v aortě je v danou chvíli největší, její stěna se napíná. Vznik systolického tlaku je dán vypuzením tepového objemu ze srdce a jeho působením právě na stěnu cévy. U zdravého dospělého člověka se setkáváme s hodnotami systolického tlaku asi 120 mm Hg (tj. 120 torrů; 16 kPa).

Nejnižší hodnota krevního tlaku je naměřena během srdeční diastoly. Srdce se v této fázi plní krví a pružné síly stěn cév se vracejí z napjatého stavu do normálu. Odpor drobných cév, který je kladen proudící krvi, uděluje tlak, označujeme ho tlak diastolický. Hodnoty se u zdravého dospělého jedince pohybují kolem 70 mm Hg (tj. 70 torrů; 9,3 kPa). (Rokyta, 2014, s. 89)

Pokud sledujeme rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem (mezi oběma extrémy), mluvíme o tlakové amplitudě. Nazývá se také pulzní tlak, směrem k periferiím řečiště slábne a přítomen je až do úrovně arteriol. Na dalších úrovních rozdíl vymizí a setkáváme se s jedním tlakem, asi 55–40 mm Hg. (Mourek, 2005, s. 41)

Otázka krevního tlaku by do problematiky první pomoci spadat nemusela, setkáváme se ale často s problémy, které mohou nesprávné hodnoty krevního tlaku způsobovat. Proto se také jedná o tolik sledovanou veličinu. Vyšší tlak mají statisticky muži než ženy, tlak dále přirozeně roste s věkem.

### 2.1.1. Měření krevního tlaku

Tento oddíl je zpracován podle (Rokyta, 2014, s. 88–89).

Krevní tlak měříme nejčastěji nepřímou metodou. V oblasti paže nad loktem umístíme tonometr, zde prochází arteria brachialis. Tlak tedy měříme vždy na úrovni srdce. Tonometr máme nejčastěji rtuťový nebo digitální. Oba mají srovnatelnou přesnost, digitální bývají dnes už obvyklejší pro jejich snazší používání a rychlost měření. Hodnoty jsou pak odečítány v milimetrech rtuťového sloupce, torrech, případně v kilopascálech. Výsledkem měření jsou vždy dva údaje, tlak systolický a tlak diastolický.

Metoda přímá spočívá v zavedení cévní kanyly, ta je dále připojena na manometr (tlakoměr) a monitor. Jedná se o invazivní způsob, který je využíván převážně u pacientů ve vážném stavu.

### 2.1.2. Vysoký krevní tlak – hypertenze

Krevní tlak se zvyšuje fyzickým zatížením, největší roli zde hraje zvětšení minutového srdečního oběhu. Při psychické zátěži pak stoupá tlak vlivem odporu zužujících se cév. Tyto stavy jsou ovšem pouze dočasné, nejedná se tak o patologicky zvýšený krevní tlak neboli hypertenzi. (Machová, 2016, s. 76)

S hypertenzí se můžeme setkat například u starších lidí, kdy s věkem dochází ke ztrátě pružnosti cévních stěn. Také během těhotenství se tlak může dostat nad (ale i pod) normální hodnoty. U pacientů s hypertenzí se často setkáváme s obezitou, mezi další rizikové faktory můžeme řadit vyšší konzumaci alkoholu, kouření a dlouhodobé stresové situace. (Ordinace.cz [online], 2007)

Hypertenze není v pravém slova smyslu nemoc. Je to rizikový faktor pro cévní poruchy. V souvislosti s těmito poruchami může dojít k infarktu myokardu, mozkové mrtvici nebo jiné příhodě. Ke vzniku cévních komplikací přispívá cukrovka, zvýšená hladina cholesterolu a kouření. Právě tyto zmiňované faktory často vedou ke kornatění cév. (Jedlička, 2007, s. 25–26)

Potíže spojené s hypertenzí jsou bolesti hlavy, nadměrné pocení, bušení srdce až lehké arytmie. Mohou se objevit i potíže s dýcháním či závratě. Dlouhodobý vysoký krevní tlak může vést až k infarktu nebo mozkové mrtvici. (Krevní tlak.info [online], 2010)

O hypertenzní krizi většinou mluvíme, když hodnota diastolického krevního tlaku stoupne nad 120 mm Hg. Můžeme se setkat s hypertenzní krizí, která způsobuje poškození cílových orgánů, v takovém případě se progresivně zhoršuje funkce CNS, myokardu, renální (funkce ledvin) nebo hematologické. Léčbou je vždy včasné snížení tlaku. Dnes díky pokročilým možnostem léčby hypertenze se výskyt hypertenzní krize snižuje. (Vojáček, 2016, s. 129–130)

### 2.1.3. Nízký krevní tlak – hypotenze

Častější výskyt hypotenze pozorujeme u mladých lidí, žen, lidí vysokých nebo u lidí se subtilní postavou. Na snížený krevní tlak není kladen tak vysoký důraz jako na tlak zvýšený. Dlouhodobější hypotenze totiž nemá zpravidla žádné negativní důsledky na zdravotní stav člověka. (Aktivity pro zdraví [online], 2013)

Mezi běžné příznaky patří únava, bledost, závratě, mžitky před očima až mdloby, které mohou způsobit pád a následné poranění. Velice nízký krevní tlak se systolickou hodnotou pod 70 torrů ale může způsobovat až poruchy prokrvení mozku a dalších orgánů. (Aktivity pro zdraví [online], 2013)

Pacienti s hypotenzí se většinou snaží vyvarovat prudkým změnám polohy (rychlé vstávání). Pokud dojde k závratě či případnému omdlení, je vhodné situovat postiženého do polohy ležmo se zvednutýma nohama. (Krevní tlak.info [online], 2010)

#### 2.1.4. Fyzikální pohled na krevní tlak

Během srdečního cyklu vykonává srdce práci jako tlakové čerpadlo. Smrštěním srdečního svalu, který je dutý, vzniká tlak. Kontrakci (smrštění) nazýváme systolou, relaxaci (uvolnění) pak diastolou. (Rosina, 2006, s. 134–136)

Rozdíl krevního tlaku tepenné a žilní částí oběhu označujeme také jako tlakový spád. Jedná se o hybnou sílu toku krve. Díky němu je krev uvedena do pohybu a je jí umožněno překonat odpor, které jí duté prostory oběhu kladou. (Veselý [online], 2012)

Tlakový spád (tedy rozdíl tlaků) je možné vyjádřit z následujícího vztahu

$$R = \frac{\Delta p}{Q} \Rightarrow \Delta p = R Q,$$

kde  $R$  je odpor kladený proudící krvi určitým úsekem cévy a  $Q$  je objemový průtok. (Dunca, 1997, s. 43)

#### *Měření krevního tlaku*

Proud krve je za normálních okolností laminární, což znamená, že proudnice jsou rovnoběžné, krev teče v jednom směru. Rychlost proudu je největší uprostřed cévy a směrem ke stěnám se zmenšuje. Tento stav proudění je možný pouze dokud rychlost nedosáhne kritické meze. Při překročení kritické rychlosti se proudění stává turbulentním, což se projeví zvukovým šelestem. (Navrátil, 2005, s. 118–119)

Přechod proudění z laminárního na turbulentní udává hodnota tzv. Reynoldsova čísla. Z experimentálního měření vyplývá, že pokud je Reynoldsovo číslo menší než 1000, jedná se o tok laminární, při hodnotách nad 3000 již mluvíme o turbulentním proudění. Doprovázející akustický jev využíváme při měření tlaku. Vztah umožňující vyjádřit Reynoldsovo číslo

$$R = \frac{\rho d v}{\eta},$$

kde  $\rho$  je hustota kapaliny,  $d$  průměr cévy,  $v$  rychlost proudění a  $\eta$  viskozita krve. (Beneš, 2015, s. 144–145)

Nepřímá metoda měření krevního tlaku se provádí na pažní tepně, která má být při měření ve výši srdce. Tato poloha nám umožní vyloučit vliv hydrostatického tlaku krve, který je zapříčiněn působením gravitace. Na paži se nasadí manžeta, která je dutá a její vnitřek je napojen na manometr. Do vnitřního prostředí vháníme vzduch, dokud



nedosáhneme takového tlaku, který uzavře tepnu. Vzduch z manžety postupně upouštíme, dokud nedojdeme k hodnotě tlaku, která již umožňuje otevření tepny a průtok krve. Kdy začne krev protékat, zjistíme sluchově pomocí fonendoskopu. Uslyšíme tzv. Korotkovovy ozvy, které jsou zapříčiněny turbulentním prouděním v zúžené cévě. Ve chvíli, kdy zaznamenané tyto ozvy, opisujeme hodnotu, kterou právě máme na manometru. Jedná se o tlak systolický, jelikož je to nejvyšší možná hodnota tlaku krve. (Beneš, 2015, s. 145)

Dalším snižováním tlaku v manžetě tedy klesá i tlak v cévách, turbulentní proudění vymizí a nastává opět proudění laminární. V této chvíli, kdy přestáváme slyšet Korotkovovy zvuky, je tlak v manžetě roven tlaku diastolickému a my zaznamenáváme jeho hodnotu. Tímto postupem měření je možné dosáhnout přesnosti max.  $\pm 5$  mm Hg, docházet může i k velikým subjektivním chybám. (Penhaker, 2004, s. 198)

## 2.2. Krvácení

Krev v těle proudí v cévách. V rámci velkého krevního oběhu je ze srdce vypuzována okysličená krev do aorty a dále tepnami (arteriemi) do tkání. Tepny se postupně větví až na vlásečnice (kapiláry), ty se slévají do drobných žilek a následně do větších žil. Žíly (vény) přivádějí do srdce krev neokysličenou a ta je dále přes malý krevní oběh okysličována v plicích.

Srdce svými stahy vytváří tlak, díky kterému je zajištěna cirkulace krve a okysličení tkání. Tlak je nejvyšší v aortě, nejnižší pak při ústí žil do srdce. Tepny, ve kterých je tedy tlak vyšší než v žilách, jsou záměrně umístěny tak, aby byly alespoň částečně chráněny kostmi nebo svaly. Žíly tvoří systém hluboký a povrchový. Hluboký systém probíhá paralelně s arteriemi, povrchový se nadchází v podkoží, je nejvíce znatelný na končetinách. Právě zde dochází k nejčastějšímu výskytu poranění vedoucímu ke krvácení. (Lejsek, 2010, s. 86)

Pokorný (2010, s. 69) rozlišuje krvácení:

- Podle směru:

Vnější (zevní) – krev vytéká z rány nebo tělních otvorů mimo prostor těla, příčinou je zevní poranění.

Vnitřní – vzniká následkem traumatu (pád, úder, zlomeniny, tlakové poranění) nebo jako následek interních onemocnění. Krev vytéká do tělních dutin nebo tkání, kde se hromadí. Jedná se o závažnější druh krvácení právě proto, že zůstává dlouho skryté.

- Podle druhu<sup>1</sup>:

Tepenné (arteriální) – krev je jasně červená a vystřikuje pod tlakem z rány. Patrná je pulzace. Dochází ke ztrátě velkého množství krve a tělo se tak dostává do života ohrožující situace.

Žilní – krev má tmavší červenou barvu, z rány volně vytéká. Výjimečně může stříkat, nikdy nepulzuje.

Kapilární – krev je jasně červená, krvácení má nižší intenzitu.

Smíšené – krvácení vyskytující se při hlubších zraněních. Zasaženy jsou souběžné tepny i žíly.

- Podle intenzity:

Mírnější krvácení – do 500 ml (tj. do 10 % objemu krve u dospělého), u zdravého člověka bez následků.

Střední krvácení – 500–1500 ml (tj. 10–30 % objemu krve), ztráta doprovázena celkovou bledostí, únavou, zíváním, chladnými periferními částmi těla. Tep je zrychlený a méně hmatný.

Velké krvácení – nad 1500 ml (tj. nad 30 % objemu krve), způsobuje hemoragický (hypovolemický) šok a ohrožuje zraněného na životě.

### 2.2.1 Zástava krvácení

Přirozenou ochranou organismu před vykrvácením je hemostáza. Jednotlivé za sebou jdoucí mechanismy vedou až k zástavě krvácení. Mohou se ovšem uplatnit pouze u cév s nižším krevním tlakem. Součástí hemostázy je reakce cév v místě poranění (vazokonstrikce), reakce krevních destiček a srážení krve neboli hemokoagulace. Vazokonstrikce neboli zúžení cév je způsobeno stahem hladké svaloviny ve stěně cévy.

---

<sup>1</sup> Dělení platí pro lékařskou první pomoc. Pro laickou první pomoc toto dělení není potřeba.

U malých cév s nízkým krevním tlakem může vést až k úplnému uzavření. Usnadňuje další hemostatické děje. (Rokyta, 2014, s. 76)

Vnitřní krvácení nelze v rámci první pomoci zastavit. Při podezření na tento druh zranění je tedy nutné volat ZZS (zdravotnická záchranná služba). Do doby příjezdu pouze monitorujeme životní funkce a provádíme protišoková opatření. (Lejsek, 2010, s. 90) Monitorováním životních funkcí je myšleno sledování dechu a pulzu. Protišoková opatření můžeme shrnout do principu tzv. 5 T, který nám říká, že nejdůležitější je poskytnout pacientovi teplo, ticho, tekutiny, tišení bolesti a transport.

U vnějšího krvácení nejprve zjistíme lokalizujeme a zjistíme závažnost. (Pokorný, c2010, s. 72) Ránu očistíme, dezinfikujeme a kryjeme nejlépe sterilní vrstvou. Krvácení menšího rozsahu můžeme zastavit pomocí náplastového obvazu, případně krycím materiálem a obinadlem. (Lejsek, 2010, s.87)

Silné zevní krvácení je nutné zastavit co nejdříve, může totiž docházet k velkým ztrátám krve až k vykrvácení. Nejúčinnější způsob zástavy je stlačení, tedy působení přímým tlakem na ránu. Používá se tzv. tlakový obvaz, který můžeme vyrobit improvizovaně, nebo lze použít obvazy, které jsou součástí lékárničky. (Lejsek, 2010, s.87)

Ke zmírnění krvácení je vhodná také elevace (vyzdvižení) nad úroveň srdce. Studený obklad nám může pomoci zastavit drobné krvácení a sníží bolestivost. (Lejsek, 2010, s. 87)

### 2.2.2 Tlakový obvaz, škrtidlo

Tlakový obvaz se skládá ze tří vrstev, do kontaktu s ránou se dostane vrstva krycí, následuje vrstva tlaková a fixační. Pokud obvaz prosakuje, aplikujeme další tlakovou vrstvu. Při masivním krvácení jde o co nejrychlejší zástavu, v časové nouzi se proto přistupuje ke kompresi rány prsty, případně pěstí.

Pokud není možná komprese rány přímo nebo krvácení pokračuje, využíváme nepřímý tlak na tepnu, která danou poraněnou oblast zásobuje krví. Tepnu stlačujeme v tzv. tlakovém bodě. Jedná se o místo umístěné proximálně od místa poranění, kde je tepna dobře stlačitelná proti kosti.

Při velkých ztrátách krve se nám nemusí dařit zastavit krvácení. Můžeme tedy použít škrtidlo, s jehož pomocí zastavíme přítok krve do poraněné části těla. Jeho užití je

vhodné u krvácení končetin. Při správné aplikaci škrtidla není možné distálně (tedy směrem k periferiím) nahmatat pulz. Zaškrcená končetina je tedy na dobu užití škrtidla bez přísunu kyslíku a také se v ní hromadí zplodiny metabolismu. Proto se používá v krajních situacích a pouze po omezený čas.

(Lejsek, 2010, s.87–89)

### 2.2.3 Fyzikální pohled – hemodynamika<sup>2</sup>

V tepnách proudí krev pod větším tlakem a rychleji než v žilách. (Rokyta, 2014, s. 92) Krev je zde okysličená, pumpována ze srdce do celého těla. Zároveň se zde setkáme s pulzováním, které je způsobeno právě stahy srdce a vháněním krve do oběhu.

Pro proudění krve v trubici o nestatejné průměru můžeme použít rovnici kontinuity

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 = konst.,$$

kteřá nám říká, že rychlost proudění v trubici o průřezu  $S$  je konstantní. Pokud uvažujeme rozvětvený tok (například síť kapilár), je potřeba brát za plochu průřezu součet všech jednotlivých ploch. (Beneš, 2015, s. 140)

Střední rychlost proudu krve je v jednotlivých cévách různá. Rychlost krevního proudu v aortě dosahuje  $0,2 \text{ ms}^{-1}$ , ve velkých žilách je tato hodnota  $0,1 \text{ ms}^{-1}$  a ve vlásečnicích  $0,001 \text{ ms}^{-1}$ . (Křen, 2001, s. 160)

Krev patří mezi reálné newtonovské kapaliny (její viskozita závisí na rychlosti proudění), díky její viskozitě ovšem nemůžeme počítat pouze s tlakovými silami, ale také se silami viskózními, které zde působí. Pokud chceme vypočítat objemový průtok kapaliny, můžeme použít Hagen-Poiseuillův zákon pro ustálené proudění

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \eta \Delta x},$$

kde  $r$  je poloměr trubice,  $\eta$  dynamická viskozita kapaliny a  $\Delta x$  délka trubice. (Dunca, 1997, s. 41–43)

---

<sup>2</sup> Hemodynamika popisuje oběh krve na základě fyzikálních principů včetně zvláštností v lidském organismu. (Velký lékařský slovník [online], 2017)

Tepenné krvácení je obvykle spojeno s mnohem většími ztrátami krve než krvácení žilní. Jak vyplývá z předchozího vztahu, průtok je přímo závislý na čtvrté mocnině poloměru. Je tedy jasné, že čím silnější je tepna, tím větší průtok krve, a tedy i masivnější krvácení.

Hemostáza při rozsáhlém krvácení nestíhá plnit svoji funkci. V případě porušení tepny, která má vysoký krevní tlak, hemostatické mechanismy nezabrání vykrvácení. (Rokyta, 2014, s. 76) Musíme proto použít některý z účinných prostředků pro zastavení masivního krvácení.

Obecně se během postupu první pomoci snažíme primárně krvácení zastavit, vycházíme při tom ze základních fyzikálních principů, především využíváme vnější působení tlaku, gravitace, respektive hydrostatického tlaku (polohování) a lokální snižování teploty (chlazení).

#### *Vnější působení tlaku*

Pokud zvýšíme tlak, kterým působíme na tepnu v jednom místě tak, že dojde k dočasnému uzavření cévní trubice, přerušíme tím proudění, a tím tedy zastavíme krvácení. Nebezpečí tohoto postupu je v tom, že při přerušení přívodu krve do periferních oblastí se tkáň neprokrvuje a po jisté době může začít odumírat. Proto je tak důležité při použití škrtidla dbát na čas a sledovat dobu aplikace. Škrtidla fungují na principu působení vysokého tlaku na veškerou tkáň (svalovou i kosterní) a dochází tak k úplnému přerušení toku krve v krevním řečišti.

Míru elasticity cévní stěny je možno vyjádřit ze vzorce

$$E = \frac{\Delta p}{\Delta V},$$

kde  $p$  je tlak a  $V$  objem krve. (Navrátil, 2005, s. 119)

Pokud působíme kolmo na rovinnou plochu silou rovnoměrně rozloženou na plochu, můžeme tlak vypočítat z jednoduchého vztahu

$$p = \frac{F}{S},$$

kde  $F$  je tlaková síla a  $S$  plocha, na kterou síla působí. Základní jednotkou tlaku je Pascal (Pa). (Beneš, 2015, s. 139) Ze vzorce je tedy zřejmé, že pro dosažení největšího tlaku při konstantní síle  $F$  volíme co nejmenší plochu, která je stlačována.

Pokud bychom měli sílu s nerovnoměrným rozložením (reálná situace), vypočítáme tlak z diferenciálního podílu, tedy

$$p = \frac{dF}{dS},$$

kde  $dF$  je element síly, stejně jako  $dS$  je element plochy. (Dunca, 1997, s. 29)

Tepna pažní, která je dobře hmatná mezi dvojhlavým a trojhlavým svalem, je umístěna vhodně k případné aplikaci tlakového obvazu u tepenného krvácení z horní končetiny. Stehenní tepnu pak nalezneme na vnitřní straně stehna pod středem tříselného kanálu. Tato tepna je díky své poloze vhodná k zaškrcení při nutnosti zastavení tepenného krvácení dolní končetiny. (Rokyta, 2014, s. 97)

#### *Využití hydrostatického tlaku*

Tlak vyvolaný vlastní tíhou kapaliny se nazývá hydrostatický tlak. Pokud známe hustotu kapaliny  $\rho$ , tíhové zrychlení  $g$  a hloubku pod volným povrchem hladiny  $h$ , vypočítáme hodnotu tohoto tlaku

$$p = h\rho g.$$

V medicíně je nejpoužívanější jednotkou tlaku torr = mm Hg, což je jednotka vycházející právě ze vztahu pro hydrostatický tlak rtuťového sloupce.

Výpočet toho tlaku pro hodnoty:  $h = 10^{-3}$  m,  $\rho = 13,6 \cdot 10^3$  kg·m<sup>-3</sup>,  $g = 9,8$  m·s<sup>-2</sup>, je následovný

$$p = h\rho g = 10^{-3} \text{ m} \cdot 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 133,28 \text{ Pa}.$$

(Beneš, 2015, s. 139)<sup>3</sup>

Hydrostatické tlaky jsou zanedbatelné v leže, při vzpřímeném postoji dosahují nejvyšších hodnot. Krevní tlak v cévách hlavy je tedy ve stoje nejnižší, zatímco v cévách dolních končetin je nejvyšší. (Navrátil, 2005, s. 121–122)

Při výpočtech pro hydrostatický tlak krve používáme hustotu krve a  $h$  je pak vertikální vzdálenost dané cévy od úrovně srdce. (Kukurová, 2004, s. 80–81)

---

<sup>3</sup> V citované literatuře je chybně uvedena hodnota hustoty rtuti. Pro své výpočty jsem tedy použila správnou tabulkovou hodnotu.

Těchto principů využíváme při polohování pacienta. Pokud například dochází k silnému krvácení z dolní končetiny, je vhodné dostat nohu do polohy co nejvýše, nejlépe nad úroveň srdce. Proto zraněného umísťujeme do polohy ležmo, kdy navíc nadzvedáváme končetiny, nejlépe všechny, aby došlo k přesunu krve do centrální části těla.

#### *Lokální vystavení chladu*

Působením chladu dochází k vazokonstrikci malých cév v kůži. Jedná se o reakci těla, které se tímto zúžením cév snaží docílit nižším tělesným ztrátám. Krev je z periferií vedena do středu těla. (Beneš, 2015, s. 92) Malé cévy se někdy díky stahu hladké svaloviny úplně uzavřou. Ale i zúžení a krev vedena z kapilár do vnitřního oběhu vede ke snížení krvácení.

Pokud vystavíme organismus nízké teplotě lokálně, můžeme dosáhnout až znecitlivění, což je u krvácejících ran výhodou, pokud není chlad tak intenzivní, alespoň tím tišíme bolest. (Rosina, 2006, s. 67–69)

Teploty kolem 4–5 °C se používají k uklidnění bolesti, například na vyvrknutí, pohmoždění či krevní výrony se aplikují ledové obklady, ovšem nepřikládáme je přímo na kůži. Chlad působí nejen proti bolesti, ale je také protizánětlivý. (Navrátil, 2005, s. 76)

Využitím teorie teplotní roztažnosti látek můžeme také konstatovat, že při ochlazení tělesa se jeho rozměry zmenší. Uveďme tedy vztah pro objemovou teplotní roztažnost

$$V = V_0(1 + \beta\Delta t),$$

kde  $V$  je výsledný objem zahřátého tělesa,  $V_0$  je objem tělesa v chladnějším stavu,  $\beta$  je součinitel teplotní objemové roztažnosti a  $\Delta t$  je teplotní rozdíl. (Dunca, 1997, s. 50–51)

Pro náš případ ochlazování tělesa (cévy) ze vzorce vyjádříme hodnotu výsledného objemu  $V_0$  následovně

$$V_0 = \frac{V}{(1 + \beta\Delta t)}.$$

## 2.3. Zlomeniny

Jedná se o poranění kosti, které můžeme dělit na úrazové a patologické. Úrazová zlomenina vznikne v důsledku působení nepřiměřeného násilí na kost. S patologickou frakturou se můžeme setkat u lidí, kteří mají prvotně sníženou pevnost kosti a ta se následně láme i při běžném zatížení. (Lejsek, 2010, s.154)

Mezi nejisté příznaky zlomenin řadíme bolestivost, otok a omezenou hybnost. Jako jisté příznaky označujeme tzv. krepitaci (neboli kostní drásot, kdy je slyšet tření úlomků zlomenin o sebe), dále jednoznačnou změnu průběhu kosti, vyčnívající úlomek u otevřených zlomenin, nález na RTG. (Bydžovský, 2011, str. 34)

Lejsek (2010, s.154) rozlišuje dva základní druhy zlomenin:

Zavřené zlomeniny – kůže nad zlomenou kostí zůstává neporušena. Může ovšem docházet k poranění okolních svalů a cév.

Otevřené zlomeniny – v místě nad zlomenou kostí je kůže roztržena. Kost přichází do kontaktu s okolím a je tedy možnost infekce, která má dlouhou dobu hojení a může se rozšířit do celého organismu. Tyto fraktury jsou komplikovány také krevní ztrátou, která může být značná.

Dále také můžeme dělit zlomeniny dle rozsahu zlomení. Mezi neúplné řadíme nalomeniny a vpáčeniny. Úplné jsou pak takové, kdy je kost kompletně přerušena.

Při první pomoci je základem pro ošetření zlomeniny znehybnění poraněné části těla. To by mělo snižovat bolestivost, ale také zabránit dalšímu poškození tkání a snížit krevní ztráty související s frakturou. Znehybnění také patří mezi protišoková opatření. Provádíme imobilizaci sousedních kloubů, mezi kterými je končetina zlomena. (Lejsek, 2010, 155)

U otevřené zlomeniny je postižený ohrožen vstupem infekce. V takovém případě tedy ošetříme ránu a dbáme na sterilitu krytí. Stejně jako v ostatních případech voláme ZZS. (Bydžovský, 2011, str. 35)

### 2.3.1 Fyzikální pohled – biomechanika kostí

V celém živočišném organismu se s největší mechanickou pevností a tuhostí setkáme u kostní tkáně. Jejich vnitřní uspořádání a struktura vedla vědce k názoru, že se



kost utváří tak, aby při minimálním množství materiálu dosáhla maximální pevnosti v určitém směru. Své vlastnosti mají kosti v různých směrech odlišné. (Dunca, 1997, str. 55)

Kost je z mechanického hlediska nehomogenní útvar. Kompakta, neboli plášťová, kompaktní vrstva, je složena z trubicových lamel, což jí umožňuje vysokou odolnost proti statickému tlaku v dlouhé ose kosti. Nejvíce pevná je ovšem v tahu. Vůči příčnému působení tlaku není diafýza (střední část kosti) odolná. (Navrátil, 2005, s. 100–102)

Kosti se v důsledku působení sil deformují, mohou měnit svůj tvar i objem. Deformace se rozeznávají podle směru působících sil, známe deformaci v tahu, tlaku, ohybu, ve smyku a torzi. Síly, kterými na sebe při deformaci působí částice v kosti, se nazývají síly pružnosti. (Rosina, 2006, s. 170)

Jelikož se jedná o pružný materiál, má kost svůj modul pružnosti v tahu, jehož hodnoty jsou podobné oceli (kost:  $E = 10^{10}$  Pa, ocel:  $E = 1,5 \cdot 10^{10}$  Pa). Dále byla pozorována viskoelastická, která kosti po trvalém zatížení na několik dní způsobila plastickou deformaci. Tyto poznatky mají veliký význam při výrobě kostních protéz. Dbá se na to, aby náhrady svou funkcí zcela nahradily kost, a proto musí mít podobné viskoelastické vlastnosti. (Dunca, 1997, s. 68–69)

Nejmenší pevnost kosti je v torzi, kdy je jeden konec kosti fixován a dvojice sil kroutí kost kolem dlouhé osy. Tyto síly mohou být tedy poměrně malé, a přesto způsobují vážné zlomeniny (např. lyžařské úrazy). (Rosina, 2006, s. 172) Naopak při působení sil staticky ve směru osy vydrží humerus asi 6 000 N (zátěž 600 kg), femur 7 600 N (760 kg), tibie dokonce až 13 500 N (1 350 kg). (Navrátil, 2005, s. 101)

Zlomeninu lze tedy vytvořit za užití co možná nejmenší síly torzí, nebo dynamickým zatížením, kdy hodnota stoupá s druhou mocninou rychlosti pohybu. Velmi malý náraz s dostatečně velikou rychlostí tedy může způsobit zlomeninu. (Navrátil, 2005, s. 102)

Pro malé deformace platí Hookův zákon, který nám popisuje elastickou deformaci. Pokud na těleso začneme působit silou, prodlouží se z původní délky  $l_1$  na výslednou délku  $l$  o prodloužení  $\Delta l$ :

$$l = l_1 + \Delta l.$$

Podílu prodloužení a počáteční délky říkáme relativní prodloužení

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1},$$

na relativním prodloužení dále závisí normálové napětí  $\sigma_n$  a to přímo úměrně

$$\sigma_n = E\varepsilon,$$

kde  $E$  je označení pro modul pružnosti. (Rosina, 2006, s. 171)

Dalším vyjádřením relativního prodloužení je také vztah

$$\Delta l = \frac{lF}{ES},$$

veličiny  $\Delta l$ ,  $l$  a  $E$  jsme si definovali v předchozích vztazích,  $F$  je zde síla v podélném směru a  $S$  průřez tyče (kosti). Hodnoty modulu pružnosti v tahu neboli Youngova modulu se u kostí pohybují v rozmezí  $(1,7-2,6) \cdot 10^{10}$  Pa. (Beneš, 2015, s. 134)

Mez pružnosti je nejvyšší možná hodnota normálového napětí, při kterém je deformace stále pružná. Mez pevnosti je hodnota, po které již následuje porušení soudržnosti materiálu. (Rosina, 2006, s. 170) Překročením meze pevnosti tedy vznikají zlomeniny.

Hodnoty modulu pružnosti pro jednotlivé kosti a jejich pevnost v tahu najdeme v následující tabulce: (Křen, 2001, s. 92)

|         | $E$ v tahu [GPa] | $E$ v tlaku [GPa] | Pevnost v tahu [MPa] |
|---------|------------------|-------------------|----------------------|
| Femur   | 17,6             | 4,9               | 124                  |
| Tibia   | 18,4             | 5,1               | 143                  |
| Humerus | 17,5             | 5,8               | 125                  |
| Radius  | 18,9             | 5,3               | 152                  |

## 2.4. Náhlá zástava oběhu

Na vzniku náhlé zástavy oběhu se z 82,5 % podílí kardiální onemocnění. Dalšími příčinami pak mohou být akutní dušení nebo masivní krevní ztráty. Zmíněné dušení (asfyxie) vzniká důsledkem tonutí, traumat, plicních onemocnění, obstrukcí dýchacích cest či poruchami vědomí různé etiologie. (Lejsek, 2010, s. 22)

Mezi příznaky zástavy oběhu patří bledé zbarvení kůže, nehmatný pulz u velkých tepen, ztráta vědomí asi do 10 sekund a zástava dechu, která přichází do 30 až 60 sekund (často se objevuje gasping neboli lapavé dechy). (Bydžovský, 2011, s. 20)

Ke vzniku akutního srdečního selhání mohou dopomoci následující faktory – infekce, anemie, tyreotoxikóza, převodnění, hypertenze. Vynechání nebo nevhodné podání léků může také vyvolat srdeční selhání. (Vojáček, 2016, s. 99)

Jako nejčastější kardiální onemocnění vedoucí k zástavě oběhu je uváděna akutní ischemie myokardu. Srdeční komory jsou v takové chvíli nejčastěji ve stavu fibrilace nebo bezpulzové tachykardie. Ani v jednom z těchto případů srdce není schopno vypuzovat krev do oběhu a dochází tak k zástavě mechanické práce srdce. V rámci první pomoci je nutné volat ZZS a zahájit neodkladnou resuscitaci, následnou léčebnou metodou je defibrilace. (Lejsek, 2010, s. 22–23)

Mezi další příčiny akutního srdečního selhání se řadí (spolu s ischemickou chorobou) chlopní vady, zánět myokardu, hypertenzní krize, akutní dysrytmie, cirkulační selhání a jiné. (Vojáček, 2016, s. 100)

Prvním projevem ischemie bývá infarkt myokardu. Mezi jeho příznaky patří silná bolest na hrudi, někdy vystřelující do ramena, paže, krku či břicha. Dále pak stav úzkosti a pocení. Pro diagnózu se používá EKG, echokardiografie, nebo vyšetření krve. (Velký lékařský slovník [online], 2017)

Termín infarkt myokardu by měl být užíván, pokud je možné dokázat nekrózu myokardu, která za klinických podmínek svědčí o ischemii myokardu. (Vojáček, 2016, s. 57) (Ischemie neboli místní nedokrvení může způsobovat až nekrózu neboli odumření.)

Jako náhlá srdeční smrt se označuje situace, kdy dojde k přirozené smrti ze srdečních příčin. Srdeční onemocnění může, ale také nemusí být předem známo. Okamžik a způsob smrti jsou nečekané, před ztrátou vědomí se mohou objevit akutní příznaky. (Kautzner, 2015, s. 220)

#### **2.4.1. Princip masáže srdce**

Nepřímá srdeční masáž má za úkol dočasně zastoupit činnost srdce a alespoň částečně dopomoci proudění krve organizmem. Jedná se o úkon, který by měl zvládnout

i člověk bez zdravotnického vzdělání. Z legislativy ČR vyplývá, že všichni jsou povinni poskytovat nezbytnou první pomoc, pokud nejsou sami v ohrožení. U zástavy oběhu je takovou pomocí nepřímá srdeční masáž.

Masáž provádíme poté, co jsme zavolali ZZS, postiženého položili na záda na pevnou podložku a provedli záklon hlavy. Pokud po těchto krocích diagnostikujeme zástavu dechu a krevního oběhu, zahajujeme nepřímou srdeční masáž. Dlaň jedné ruky položíme hranou na hrudní kost postiženého zhruba doprostřed (u mužů mezi bradavky). Druhou dlaň položíme na první, případně propleteme prsty. Během masáže ruce zůstávají na hrudníku, paže jsou propnuté v loktech nejlépe v kolmém směru na osu těla postiženého. Provádíme stlačování hrudníku s frekvencí 100 stlačení/min. (Vojáček, 2016, s. 45)

Lejsek (2010, s. 43) vysvětluje podstatu srdeční masáže pomocí dvou teorií. Podle té první naše stlačování hrudníku (hrudní kost proti páteři) působí tlakem přímo na srdce, které vypuzuje krev do oběhu. Při uvolnění se pak srdce automaticky naplní krví. Směr toku je ovšem za správné funkce oběhu zajišťován chlopněmi, které se při zástavě stávají nedomykavými, což znamená, že směr toku určovat nemohou. Druhá teorie tedy vysvětluje princip fungování nepřímé masáže srdce tak, že při stlačování měníme tlakové poměry v hrudníku. Při kompresi stoupá nitrohruční tlak a krev je vháněna z cév do periferií, při uvolnění pak tlak v hrudníku rychle klesá a cévy se plní krví.

#### 2.4.2. Defibrilátor

Včasná defibrilace je klíčová pro přežití u osob s komorovou fibrilací nebo komorovou tachykardií. Účinná defibrilace znamená ukončení fibrilace či komorové tachykardie alespoň na pět sekund od výboje. Účelem této léčby je nejen obnova správné rytmiky srdce, ale také obnovení spontánní cirkulace krevního oběhu. (Lejsek, 2010, s. 48)

Převodní systém srdeční je specializovaná soustava buněk v srdeční tkáni, která je schopná samostatně tvořit a vést vzruchy. Zajišťuje koordinaci stahů a určuje frekvenci srdečního rytmu. (Velký lékařský slovník [online], 2017) Pokud tedy dojde k poruše rytmiky, příčinou je narušený převodní systém srdeční.

Defibrilátor slouží k obnovení srdeční činnosti. Pro předlékařskou první pomoc mohou sloužit externí defibrilátory AED, které bývají umístěné na pracovištích a různých

veřejných místech. Použití závisí na konkrétním typu zařízení a je vždy specifikováno výrobcem. (První pomoc, 2012, s. 32)

S pomocí AED neboli automatické externí defibrilace by měl defibrilaci zvládnout i minimálně zaškolený laik. Přístroj dává pokyny na obrazovce či pomocí zvukové nahrávky. Při otevírání stabilně umístěných přístrojů se obvykle automaticky aktivuje přivolání ZZS. Dostupnost defibrilátorů by měla být do 5 minut kdekoliv a do 3 minut ve zdravotnických zařízeních. (Bydžovský, 2011, s. 22)

#### 2.4.3. Fyzikální pohled na defibrilátor

Jedná se o zařízení pro léčbu fibrilace komor, která je realizována intenzivním elektrickým výbojem. Proudový náraz způsobí podráždění všech nervových vláken v srdci, které jsou tím pádem uvedeny do stejné fáze podráždění. Toto podráždění je předpokladem pro obnovení vlastní srdeční koordinace vzruchů. (Kukurová, 2004, s. 133)

Kondenzátory o celkové kapacitě 16  $\mu\text{F}$  se v přístroji nabíjí na napětí 1–3 kV. Před použitím se odpojí zdrojová část a kondenzátory se pomocí elektrod připojí k pacientovi. Kontakt s kůží musí být dokonale vodivý, jinak by při defibrilaci došlo k popálení. Následné zapnutí obvodu způsobí výboj, který je dán vybitím kondenzátorů do těla. Samotný výboj trvá 8–12 ms a jeho energie se volí taková, aby stačila k ukončení fibrilace, to znamená, že musí mít nadprahovou hodnotu. Pro první výboj se doporučuje  $E = 200 \text{ J}$ , pokud je potřeba, zvyšujeme energii na 250 J, případně až 360 J. S ohledem na bezpečnost je nutné, aby nebyl defibrilovaný pacient ve vodivém kontaktu s kýmkoliv dalším. (Navrátil, 2005, s. 197–198)<sup>4</sup>

Při komorové fibrilaci dochází k úplné desynchronizaci, proto není důležité sledovat, ve kterém časovém úseku srdeční revoluce tělu defibrilační impuls dodáme. Podle způsobu aplikace rozlišujeme přímou a nepřímou defibrilaci. Při přímé umístíme elektrody na povrch srdce. Tento způsob se volí při operaci, nikoliv tedy v rámci první pomoci. Nepřímá defibrilace je způsob aplikace, při které elektrody umístíme na povrch hrudníku pacienta. Místo přiložení volíme tak, aby se siločáry pohybovaly za oblast srdce. (Kukurová, 2004, s. 134)

---

<sup>4</sup> V uvedeném zdroji chyběl symbol  $\mu$  pro dílčí jednotku  $\mu\text{F}$ , hodnotu jsem si proto ověřila z jiného článku, který je uveden v internetových zdrojích.

## 2.5.Pneumotorax

Jedná se o speciální případ poranění hrudníku. Při pneumotoraxu dochází k proudění vzduchu do pleurální dutiny. Mezi pohrudnicí a poplicnicí se tedy dostane vzduch a ty se od sebe oddálí. V důsledku toho zmizí přirozený podtlak v hrudníku. Následuje kolapsové smrštění plic směrem ke své stopce. (Lejsek, 2010, s.143)

Podle příčiny můžeme rozlišovat pneumotorax otevřený a zavřený. Oby tyto případy mohou vést až k pneumotoraxu tenznímu. Každý z těchto stavů se projevuje zhoršeným dýcháním a hrozí nebezpečí hypoxie. (Velký lékařský slovník [online], 2017)

Otevřený pneumotorax – vzduch vniká do pleurální dutiny skrze otvor v hrudní stěně. Vznik je spojen nejčastěji s bodným či střelným poraněním hrudníku. Při nádechu proudí vzduch z okolního prostředí směrem do pleurální dutiny, při výdechu naopak proudí z hrudníku ven. Klinickými projevy jsou náhlá ostrá bolest, vymizení (někdy pouze oslabení) dýchacích pohybů na straně postižené plic, dušnost a případná cyanóza – nedostatečné okysličení krve projevující se modráním kůže. Z místa poranění může probublávat zpěněná krev, nebo je slyšet únik vzduchu projevující se syčením.

Zavřený pneumotorax – hrudní stěna je při tomto druhu pneumotoraxu neporušena. Vzduch se do pleurálního prostoru dostává prasklinou v plíci nebo dýchacích cestách. S okolní atmosférou se tedy pleurální prostor dostává do kontaktu nepřímo přes průdušky, průdušnici a horní dýchací cesty. Možných příčin vzniku je zde několik. Spontánní pneumotorax nemusí mít vždy jasný původ, často ale bývá zapříčiněn některou plicní poruchou. Další jasnější příčinou bývá vrozená vada, nádor nebo jiné oslabení konkrétní části plicní tkáně. Často se setkáme se zavřeným pneumotoraxem, který vznikl úrazovým mechanismem, nejčastěji natržením plic při zlomení a dislokaci žebra. Klinické projevy mohou být různé, někdy je stav zcela bez symptomů, jindy dochází ke kritické dušnosti a cyanóze. Objevit se může i vykašlávání krve z dýchacích cest (hemoptýza). Pokud nezkolabuje celá plic, např. kvůli srůstům pohrudnice a poplicnice, může dojít k nepatrnému pneumotoraxu, který je těžko diagnostikovatelný.

Tenzní pneumotorax – bývá také označován jako příklopkový nebo přetlakový. Specifikum tohoto typu je, že při nádechu se dostává vzduch dovnitř, ale při výdechu se kvůli vzniklé záklapce již nedostává ven. Postižená plic kolabuje a tlak, který je

způsoben hromaděním vzduchu, začne utlačovat plíci druhou, následně srdce a velké cévy. Velice brzy tak dochází k respiračnímu selhání, ale také k selhání oběhu. Klinicky se projevuje zhoršováním dušnosti, cyanózou, vymizením dýchacích pohybů, roztažením krčních žil, tachykardií a hypotenzí. (Lejsek, 2010, s.143–144)

U zavřeného pneumotoraxu monitorujeme základní funkce a voláme ZZS. U otevřeného se snažíme okamžitě uzavřít otvor v hrudníku, používáme klidně dlaň, zbytečně nevystavujeme pacienta riziku infekce. Uzavření rány má nejvyšší prioritu, jedná se o život zachraňující úkon. Dále polohujeme zraněného do polosedu, což je poloha zajišťující optimální ventilaci plic. (Lejsek, 2010, s. 145) Následujícím krokem je vytvoření neprodyšného obvazu. Ten ovšem uzavírá ránu pouze ze tří stran, aby se utvořil ventilový systém a nedocházelo tak k tenznímu pneumotoraxu. (Pokorný, c2010, s. 194)

Tenzní pneumotorax akutně ohrožuje život zraněného. (Pokorný, c2010, s. 193)

### 2.5.1. Princip dýchání zdravého jedince

Podmínkou pro přirozený pohyb plic spolu s hrudním košem je přítomnost tzv. interpleurálního prostoru. Jedná se pouze o zdánlivý prostor mezi pohrudnicí a poplicnicí (pleura parietalis, pleura viscelaris). Důležitá je hodnota tlaku, kterou tato štěrbina přirozeně má. Jedná se o tlak interpleurální s negativní hodnotou vůči tlaku atmosférickému. (Mourek, 2005, s. 51)

Proti síle způsobené negativním nitrohrudním tlakem se staví vlastní elasticita plíce. Při nádechu se podtlak zvětšuje, plíce následuje hrudní stěnu a rozpíná se. Naopak při výdechu se svaly uvolňují a podtlak klesá, plíce se smršťuje do pozice, kdy jsou obě síly vyrovnány. Tyto dechové cykly se neustále periodicky opakují. (Lejsek, 2010, s. 143)

Cirkulace dýchacích plynů vychází ze stejných principů, tedy střídání hodnot tlaků. Tlakový gradient vzniká činností dýchacích svalů, které zajišťují pohyb hrudníku, dále negativním tlakem v interpleurálním prostoru a pružností plic a hrudníku. Při vdechu (inspiriu) se tedy, jak již víme, zvětšuje objem hrudníku i plic. V rozepjatých plicích se hodnota tlaku dostává pod úroveň atmosférického tlaku, vzduch je proto vháněn z okolního prostředí do plic. Mluvíme o ději aktivním, neboť vzniká důsledkem činnosti dýchacích svalů. Pasivní děj oproti tomu je klidový nádech (expirium). Svaly ochabují, tlak stoupá, v interpleurálním prostoru je stále nižší než atmosférický, v plicích se

následkem smrštění nejprve vyrovnává a následně dosahuje vyšší hodnoty, než je tlak atmosférický. Vzduch proudí z plic do vnějšího prostředí. (Rokyta, 2014, s. 109–110)

### 2.5.2. Fyzikální pohled – mechanika dýchání

Tlakový rozdíl mezi dýchacími plyny v atmosféře a v alveolách (plicních sklípcích) je nutnou podmínkou pro proudění vzduchu v dýchacích cestách. Pro vznik vdechu musí být tlak v atmosféře vyšší, pro výdech pak platí opak, kdy tlak v alveolách převyšuje tlak atmosférický. (Kukurová, 2004, s. 83)

Protože vzduch, který dýcháme, je směsí jednotlivých plynů, celkový tlak vypočítáme jako parciální součet tlaků těchto plynů. Tento princip se nazývá Daltonův zákon a dá se vyjádřit následujícím vzorcem:

$$p = p_1 + p_2 \dots + p_n .$$

Mezi další zákony uplatňující se při výměně plynů patří Boyleův-Mariottův zákon pro izotermické děje

$$pV = \text{konst.},$$

který říká, že za konstantní teploty plynu je součin tlaku  $p$  a objemu  $V$  stálý. A také zákon Gay-Lussacův pro izobarické děje, který definuje konstantu zvanou teplotní rozpínavost

$$\frac{V}{T} = \text{konst.}$$

Oba tyto zákony jsou také spojené ve stavové rovnici pro ideální plyn ve tvaru

$$pV = nRT ,$$

kde  $n$  je látkové množství a  $R$  je molární plynová konstanta.

(Beneš, 2015, s. 114)

Při dýchání plíce následují objemové změny hrudníku a zůstávají rozpjaté, důvodem takového počínání je nitrohruční tlak s negativní hodnotou. Mezi plicemi a hrudníkem je pleurální dutina, ve které je tlak v záporných hodnotách. (Rosina, 2006, s. 133)

Při klidovém dýchání je pleurální tlak vždy negativní (oproti atmosférickému), během nádechu jsou hodnoty kolem  $-0,8$  kPa, při výdechu  $-0,33$  kPa. Záporný tlak je



způsoben tuhostí hrudního koše a retrakční silou plic, která se snaží docílit smrštění. Retrakční síla je způsobena elasticitou plicní tkáně a povrchovým napětím tekutiny pokrývající alveoly, které má hodnoty  $5-10 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ . Při výdechu tyto síly způsobují zmenšení alveol. Závislost distenzního tlaku  $p$  na povrchovém napětí  $\sigma$  a poloměru alveol  $r$  je dobře popsána ve vztahu

$$p = \frac{2\sigma}{r},$$

také známým jako Laplaceův zákon, který platí pro kulovité objekty. Distenzní tlak je označení pro tlak, který udržuje alveoly rozepjaté a působí tak proti retrakci. Alveoly mají tendenci ke kolapsu, kterému musí být zabráněno zvýšením povrchového napětí. (Kukurová, 2004, s. 84)

Změna objemu plic je tedy možná díky elasticitě. Veličina charakterizující elastickou roztlačnost plic se nazývá kompilace a značíme ji  $C$ , udává nám změnu objemu  $dV$  v závislosti na změně tlaku  $dp$  podle vztahu

$$C = -\frac{dV}{dp}.$$

Nejvyšších hodnot dosahuje kompilace u středních hodnot tlaku, protože jak vidíme,  $C$  je nepřímo úměrné změně tlaku. (Beneš, 2015, s. 113)

Pokud dojde ke komunikaci pleurální dutiny s okolní atmosférou, poruší se negativní hodnota nitrohrudního tlaku. Tento stav má za následek kolaps plíce, která již není podtlakem držena v rozepjatém stavu a smršťuje se ve směru působení retrakčních sil. Takové poranění nazýváme pneumotorax. (Rosina, 2006, s. 133)

## 2.6. Termická poranění

Stálá tělesná teplota patří mezi esenciální hodnoty u všech savců. To znamená, že odchýlení od fyziologické hodnoty představuje ohrožení stability. Během dne teplota vykazuje mírné kolísání v závislosti na metabolických procesech a cirkadiálním rytmu. U malých dětí je teplota často o málo vyšší, u starých lidí zase o něco nižší. Fyziologická teplota dospělého člověka se pohybuje mezi  $36-37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zvýšená teplota do  $37,9 \text{ }^\circ\text{C}$  se označuje jako subfebrilie, nad  $38 \text{ }^\circ\text{C}$  mluvíme o horečce (febrilii) a nad  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  používáme označení hyperpyrexie. (Mourek, 2005, s. 69–70)

Řízení tělesné teploty označujeme jako termoregulaci. Spočívá v rovnováze mezi tvorbou tepla ze svalové činnosti a metabolismu s tepelnými ztrátami, které jsou vydávány tělem do okolí. Centrum pro řízení termoregulace je umístěno v hypothalamu. (Velký lékařský slovník [online], 2017)

### 2.6.1. Tepelné ztráty

Výdej tepla se uskutečňuje celým povrchem těla. Jedná se o kontinuální proces, který probíhá podle různých fyzikálních mechanismů. Jednou z možností je vedení (kondukcce), kdy teplejší těleso předává teplo chladnějšimu. Další je sálání (radiace), které popisuje neustálé vyzařování tepla našeho těla jako elektromagnetického záření. Třetím způsobem je odpařování (evaporace), funguje na principu přeměny vody na páru (pocení), při němž je potřeba energie, a ta je tělu odebírána ve formě tepelné energie. Poslední možností, jak tělo vydává teplo, je prouděním (konvekci). V takovém případě je popisován děj, kdy tělo neustále ohřívá malé množství vzduchu v jeho těsném okolí, vzduch se ovšem neustále mění a tělo tak musí neustále vydávat teplo. (Mourek, 2005, s. 71)

K podchlazení (hypotermii) může dojít, pokud je člověk dlouhodobě vystaven pobytu v chladném prostředí. Jedná se o celkové poškození organismu, které se projevuje útlumem až bezvědomím. Mezi postupy první pomoci patří zamezení dalším ztrátám, postupné zahřívání a podávání vysokoenergetických nápojů či potravin. (Bydžovský, 2011, s. 38)

Hypotermie je dána teplotou tělesného jádra, pokud klesne pod 35 °C, mluvíme o podchlazení, pokud klesne až pod 28 °C, je označována jako těžká hypotermie, která člověka ohrožuje na životě především možnou zástavou krevního oběhu. Alkohol, který má vazodilatační účinky, prokrvuje kůži a navozuje tak pocit tepla, reálně ale značně zvyšuje tepelné ztráty a může se tak stát příčinou následné hypotermie. (Lejsek, 2010, s. 103–104)

Při zjištěné hypotermii monitorujeme EKG, srdeční akci, protože je zde zvýšené riziko fibrilace síní nebo komor. Také hlídáme krevní tlak, který hlavně po aplikaci vazodilatačních látek může výrazně klesnout. (Pokorný, c2010, s. 301–302)

### 2.6.2. Zvýšená teplota

Hypertermie (přehřátí) je výsledkem nerovnováhy mezi příjmem a výdejem tepla. Většinou je výrazně zvýšena produkce, což může být důsledkem tělesné námahy, nebo intenzivní emoční excitace. Další příčinou přehřátí může být horké a vlhké prostředí, ve kterém tělo nemá možnost ztrácet teplo do okolí. (Mourek, 2005, s. 73)

Při přehřívání organismus reaguje vazodilatací, která by měla pomoci zvýšení tepelných ztrát. Ta ovšem způsobuje i snížení krevního tlaku, proto se u člověka mohou objevit mdloby. Pocení, které doprovází přirozené ochlazování těla, vede ke ztrátám solí a vody. Dochází tak k dehydrataci. (Lejsek, 2010, s. 99)

Úpal je typ přehřátí, které je způsobeno vysokou okolní teplotou. Do rizikové skupiny patří děti a senioři. Při úpalu je kůže horká, suchá a rudá, tep dobře hmatný a rychlý. Úžeh vzniká po dlouhodobém pobytu na slunci bez pokrývky hlavy. Projevuje se bolestí hlavy, slabostí, někdy zvracením. Těžká forma může způsobit až otok mozku. Obě tyto poruchy se mohou vyskytovat současně, příznaky se pak mohou prolínat. První pomoc je v obou případech obdobná, vyhledání chladnějšího prostředí, studené vlhké obklady, dostatečný přísun tekutin. (První pomoc, 2012, s. 67–69)

Horečka nastává v důsledku infekce, která zapříčiňuje tvorbu pyrogenů v organismu. Tyto látky způsobují v hypotalamu nastavení tělesné teploty na hodnoty vyšší. Tělo tedy nejprve dostává chladový třes a při poklesu horečky pak naopak dochází k nadměrnému pocení, které ochlazuje organismus a vede až k tepelné rovnováze. Horečka upozorňuje organismus, že dochází k procesu, který může být pro tělo patologický. Stimuluje obranné mechanismy, má tedy své opodstatnění. Dlouhodobé trvání ovšem vyčerpává tělo, ohrožuje rovnováhu vnitřního prostředí, nebo může vést až k selhávání regulačních funkcí. (Mourek, 2005, s. 74)

Pokud je horečka přes 39 °C, dochází ke ztrátám tekutin, které je potřeba doplňovat, aby se tělo mohlo horečce bránit pocením. Každý 1 °C nad 37 °C zapříčiňuje zvýšenou potřebu tekutin o 12 %. (Pokorný, c2010, s. 288)

*„Popáleniny jsou zvláštním typem poranění, kdy k poškození tkání (nejčastěji kůže) dochází vlivem vysokých teplot.“* (Lejsek, 2010, s. 96) Za těžké popáleniny považujeme u dospělého jedince výskyt na 30 % povrchu, u dětí do tří let již na 5 %. Do postupu první pomoci patří v první řadě zabránění dalšímu poškození – odstranění zdroje

tepla, hašení oděvu apod. Při ošetřování nejprve chladíme vodou o teplotě asi 8 °C, následně ránu sterilně kryjeme. (Lejsek, 2010, s. 97–98)

### 2.6.3. Fyzikální pohled – termika

Teplo je forma energie, která ve hmotném prostředí přechází z míst teplejších do míst s nižší teplotou. Cílem je vytvoření rovnováhy, a proto tyto procesy trvají, dokud se teploty nevyrovnají. Následující vztah dává do souvislosti změnu teploty systému s množstvím tepelné energie, která byla systému dodána nebo odebrána

$$\Delta Q = mc\Delta t .$$

Zde je  $\Delta Q$  přírůstek tepla,  $m$  hmotnost,  $c$  měrná tepelná kapacita a  $\Delta t$  přírůstek teploty.

#### *Tepelné ztráty*

Ke ztrátě tepla z organismu dochází různými způsoby, uveďme si ke každému z následujících principů stručnou charakteristiku.

Vyzařování tvoří až 60 % celkových ztrát. Organismus stejně jako každý hmotný objekt (s teplotou vyšší, než je absolutní nula) vyzařuje tepelné elektromagnetické záření. Významné je pro lidský organismus hlavně infračervené záření, které má vlnové délky  $\lambda = 5\text{--}20 \mu\text{m}$ . Intenzitu pak můžeme vypočítat ze Stefan-Boltzmannova vztahu

$$E_R = \sigma T_R^4 ,$$

kde  $E_R$  je intenzita záření reálného tělesa,  $\sigma$  je tzv. Stefan-Boltzmannova konstanta a její velikost se rovná  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$  a  $T_R$  je teplota reálného tělesa.

Vedením máme na mysli přechod tepla v hmotném prostředí z místa teplejšího do místa chladnějšího. Za standardních podmínek v uzavřené místnosti a bez ošacení ztrácí člověk vedením 15 % tepla. Množství takto předané energie  $Q$  za čas  $\tau$  mezi dvěma místy ve vzdálenosti  $d$  závisí na rozdílu jejich teplot  $\Delta t$ , ploše  $S$  a na koeficientu tepelné vodivosti  $\lambda$  podle vztahu

$$Q = \frac{\tau S \Delta t \lambda}{d} .$$

Při proudění dochází k přenosu energie i látky. Následující vztah

$$Q = \alpha S \Delta t \tau$$

nám udává množství tepla, které je za čas odvedeno z povrchu tělesa o určité ploše do okolí s rozdílnou teplotou. Koeficient přestupu tepla rozhraním značíme  $\alpha$ . Účinky proudění jsou patrné při extrémních klimatických podmínkách.

Vypařování tvoří za normálních podmínek až 25 % ztrát tepla. Dochází k němu přes mechanismy dýchání a pocení. Pocením ztrácíme průměrně 660 ml vody za den, při extrémních teplotách ale až 1,5 l. Pokud okolní teplota je příliš vysoká a pocení je jediným mechanismem, jak se tělo může ochlazovat, je potřeba, aby vzduch byl suchý a nikoliv nasycený párou. Proto můžeme pobývat v suché sauně za vyšších teplot než v parní lázni.

(Navrátil, 2005, s. 60–67, 440)

### *Měření teploty*

Teplota je stavová veličina patřící mezi základní veličiny soustavy SI. Termodynamická teplota  $T$  má jednotku kelvin, s Celsiovou teplotou  $t_c$  vyjádřenou ve  $^{\circ}\text{C}$  souvisí podle následujícího vztahu:

$$T = 273,15 + t_c .$$

V USA je nejpoužívanější Fahrenheitova stupnice, která užívá menší stupeň než Celsiova a přepočítání je tedy komplikovanější. Fahrenheitovu teplotu  $T_F$  vypočteme z Celsiovy teploty následovně

$$T_F = \frac{9}{5} t_c + 32 .$$

(Beneš, 2015, s. 92–93)

Pro měření teplot používáme teploměr, princip jeho fungování může být založen na tepelné roztažnosti látek, změnách elektrického odporu, termoelektrickém jevu, světelném záření a tak dále. Teploměry založené na principu teplotní roztažnosti látek se nazývají dilatační. Patří sem kapalinové a kovové teploměry. Kovové se používají převážně bimetalové, kde se uplatňuje rozdílnost teplotní roztažnosti pro dva různé kovy. Kapalinové jsou plněny převážně lihem nebo rtutí, od které se dnes postupně upouští. (Beneš, 2015, s. 68)

Pokud se zvýší teplota o  $\Delta t$ , prodlouží se kovový pásek na teploměru o  $\Delta l$ . Součinitel teplotní roztažnosti  $\alpha$  je pak pro každý ze dvou kovů jiný. Délkový rozdíl vypočítáme ze vztahu

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t ,$$

kde  $l_0$  je původní délka kovu.

Pro kapalinový teploměr je důležitá změna objemu kapaliny. Proto použijeme velice podobný vzorec pro objemovou teplotní roztažnost

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta t ,$$

kde analogicky objem nahrazuje délku, teplota zůstává a  $\beta$  je součinitel objemové roztažnosti, který odpovídá trojnásobné hodnotě  $\alpha$ . (Dunca, 1997, s. 49–50)

Odporový teploměr se používá nejčastěji platinový, který je založen na změně elektrického odporu kovu měnící se v závislosti na teplotě podle vztahu

$$R_t = R_0(l + \alpha \Delta t) ,$$

kde  $R$  jsou odpory pro teploty  $t$  a  $t_0$  a  $\alpha$  je teplotní součinitel odporu. (Rosina, 2006, s. 61)

## 2.7. Ochrana člověka

Tato podkapitola je zaměřená na ochranu proti specifickým úrazům. Poranění elektrinou a bleskem je v jednotlivých odstavcích popsáno a doplněno o doporučená opatření, která předchází jejich vzniku. Třetí část věnovaná reflexní vestě je zhotovena jako stručný popis, který je doplněn o fyzikální vysvětlení.

### 2.7.1. Úrazy elektrickým proudem

K úrazům elektrickým proudem dochází hlavně v domácnostech při neoparné manipulaci se spotřebiči. Následky pak svojí závažností závisí vždy na celkové době průchodu, velikosti a směru proudu. Mezi příznaky takového úrazu řadíme ztrátu vědomí, poruchy srdečního rytmu (mezi nejzávažnější arytmie řadíme fibrilaci komor a asystolii), popáleniny až 3. stupně, při silných křečích mohou nastat i zlomeniny. (Bydžovský, 2011, s. 25)

V prvním kroku urgentního opatření musíme vypnout elektrický proud. Dále zrušíme kontakt postiženého s vedením. V případě vzniklého požáru hasíme plameny. Zachránce musí dbát na vlastní bezpečnost! Přibližovat se může pouze drobnými kroky

kvůli krokovému napětí. Pro manipulaci s obětí v okruhu vodivého prostředí je dobré použít nevodivých materiálů, jako je například dřevo. (Pokorný, c2010, s. 219)

Jako primární ochrana před úrazy slouží správné zacházení s elektrickými zařízeními. Pokud je nutný zásah do vnitřní struktury obvodu, je potřeba dbát bezpečnostních pokynů a dodržovat veškerá pravidla platná pro manipulaci s takovýmto zařízením. Pro elektrikáře je důležité mít suché gumové podrážky, které slouží jako izolant.

### 2.7.2. Fyzikální pohled na vedení proudu v organismu

Celý organismus bychom mohli zjednodušeně popsat jako složitý vodič elektrického proudu. Jiné chování pozorujeme u buněčných membrán, než u kapalného prostředí v buňce či v jejím okolí. Buněčné membrány mají kapacitu okolo  $1 \mu\text{Fcm}^{-2}$  a odpor asi osmkrát vyšší než zbytek buňky. Špatně vodivé jsou tedy pro stejnosměrný proud a při průchodu proudu střídavého se uplatňuje jejich kapacitance. Pomocí analogie si tedy můžeme buněčnou membránu z elektrického pohledu představit jako kondenzátor. (Beneš, 2015, s. 81)

Pro kapacitanci kondenzátoru dostáváme vztah

$$R_C = \frac{l}{2\pi f \varepsilon S},$$

kde  $l$  je vzdálenost desek,  $f$  frekvence,  $\varepsilon$  permitivita a  $S$  plocha desek. Zde můžeme vidět, že kapacitance je nepřímo úměrná frekvenci a permitivitě.

Pro impedanci v obvodu s různými hodnotami odporu můžeme použít vztah

$$Z = R_1 + \frac{R_2 R_C}{\sqrt{R_2^2 + R_C^2}} + R_3,$$

kde  $R_1$  je intercelulární odpor,  $R_2$  odpor membrány,  $R_C$  kapacitní odpor a  $R_3$  odpovídá extracelulárnímu odporu. (Beneš, 2015, s. 115–116)

Na úrovni buňky se při průchodu elektrického proudu setkáme s negativními jevy na membráně. Je to především elektroporace, kdy na membráně vznikají póry v důsledku působení vnějšího napětí. Při následném spojování těchto pórů může dojít až k destrukci buňky. Druhým takovým jevem způsobeným napětím je dielektrický průraz, který nemá

na buňku vliv přímo destruktivní, změní však trvale vlastnosti a chování buňky. (Penhaker, 2004, s. 38–39)

Účinky, které bude mít proud na organismus, závisí na řadě faktorů. Významnou roli hraje typ proudu, kdy se může jednat o stejnosměrný či střídavý. Dále pak intenzita, napětí, odpor tkáně při vstupu do organismu, cesta (kudy proud postupuje) a také zdravotní stav jedince. Hlavní mechanismus úrazu je přímý účinek proudu na organismus. Může dojít k poruše srdečního rytmu nebo poškození buněčných membrán. Tepelná energie vzniklá průchodem proudu způsobuje tepelná poškození. Množství tepla vypočteme ze vzorce

$$Q = I^2 R t ,$$

kde  $I$  je intenzita elektrického proudu,  $R$  odpor tkáně a  $t$  doba trvání průchodu proudu. (Navrátil, 2005, s. 174)

Vrchní vrstva kůže (epidermis) je tenká vrstva s vysokým odporem, který je závislý především na její vlhkosti. Pohybuje se v rozmezí 5–50 k $\Omega$ . Klade tedy veliký odpor a nacházíme proto v místě vstupu a výstupu elektrické popáleniny. (Penhaker, 2004, s. 39)

Odpory vnitřních orgánů jsou podstatně nižší než odpor kůže. Hodnoty se pohybují okolo 500  $\Omega$ . Velký odpor potom mimo kůže kladou také kosti, kdy se v jejich těsném okolí mohou objevit nekrotizující tkáně převážně kosterních svalů. (Navrátil, 2005, s. 175)

U stejnosměrného proudu je bezpečná hodnota do 25 mA, pro střídavý proud s nízkou frekvencí (do 50 Hz) proud o hodnotě do 10 mA. Stejnosměrný o intenzitě 80–300 mA nebo střídavý proud o intenzitě 25–80 mA působící déle než 30 sekund může navodit arytmii až fibrilaci srdce. Stejnosměrný proud o intenzitě 300 mA až 3 A nebo střídavý v rozmezí 80 mA až 1 A působící déle než 0,3 s má za následek fibrilaci komor, a tedy ohrožení na životě. Proudů o větší intenzitě než 3 A vyvolávají okamžitou zástavu srdce, blokují dýchání a postižená osoba umírá ve svalových křečích. (Rosina, 2006, s. 122–123)

### 2.7.3. Ochrana před bleskem

I když jsou případy zasažení člověka bleskem výjimečné, zapříčiní ročně stovky úmrtí. Pokud udeří blesk přímo do člověka, končí to ve většině případů smrtí. Dalším



nebezpečím je pro člověka nepřímý zásah, nebo pohyb v okruhu od zásahu bleskem až do 30 metrů. Blesk má na lidský organizmus podobné následky jako vysoké napětí. Zasažený člověk ztrácí vědomí, může dojít k zástavě srdce, porušena je CNS, ochrnout mohou nervy a svaly, především svaly dýchacího ústrojí. Blesk také způsobuje popáleniny, a to v často velice zajímavých tvarech, tzv. Lichtenbergovy obrazce. (Hlaváč, 1986, s. 97–98)

Mezi zásady ochrany před bleskem patří nevycházet za bouřky z domu, pokud to není nutné. Nejlépe je setrvat v budově s hromosvodem, nebo v uzavřeném dopravním prostředku. Pokud jsme v terénu, je potřeba snažit se dostat do nižších míst, na horách dolů z hřebenů, na otevřeném prostranství se skrčit v prohlubni. U cyklistů a motorkářů je vyšší pravděpodobnost, že budou bleskem zasaženi, riziko zvyšuje jejich výška, pohyblivost a také kovová konstrukce, se kterou jsou v kontaktu. (Lejsek, 2010, s. 118–119)

Chybou je schovat se před bouřkou pod opuštěný strom, který je snadným terčem pro blesk. Pokud jsme venku, je vhodnější schovat se v hustém lese. Dále je také doporučené mít nohy blízko u sebe kvůli krokovému napětí. (Hlaváč, 1986, s. 105)

#### 2.7.4. Fyzikální pohled na zásah bleskem

Jedná se o speciální případ, kdy je organismus vystaven stejnosměrnému proudu o hodnotách až  $1^4$  A a napětí až do  $1^8$  V. Zásah trvá nanejvýš desetinu sekundy. (Navrátil, 2005, s. 176) V místě vstupu a výstupu blesku můžeme pozorovat tzv. proudové známky, což je spálená kůže až do šedé barvy. Příčina smrti při zásahu bleskem bývá zástava kardiopulmonárního systému. Ta je způsobena buď přímým účinkem blesku na srdce a následnou asystolií nebo ochromením dýchacího centra v mozku a následné zástavě srdce v důsledku nedostatku kyslíku. Úraz při bouřce ovšem může způsobit také krokové napětí. (Beneš, 2015, s. 83)

Krokové napětí je způsobeno rozdílem energetických potenciálů. Tento rozdíl vzniká při úderu blesku do země díky vlastnostem půdy, která má dobré izolační schopnosti, a proto napětí klesá se čtvercem vzdálenosti od místa úderu. Pokud máme tedy nohy od sebe každá končetina je v místě s jiným potenciálem a vzniká mezi nimi napětí. může námi,

Mezi vhodné úkryty řadíme dopravní prostředky, které slouží jako Faradayova klec. Princip Faradayovy klece spočívá v chování elektrického náboje, který se pohybuje pouze po na povrchu vodiče. Uvnitř karoserie automobilu jsme tedy při zavřených oknech a uzemněním pomocí pneumatik dobře chráněni před účinky blesku.

#### 2.7.5. Reflexní vesta

Je povinnou výbavou automobilů. Patří mezi reflexní prvky, které jsou dnes již povinné pro chodce na neosvětlených úsecích vozovky mimo obec. Stává se velice často výbavou školek či různých zájmových kroužků, kde jsou děti dobře viditelné pro vozidla, ale také například na sjezdovce. Princip fungování reflexní vesty je na základě optických vlastností materiálu. Zjednodušeně by se dalo říci, že funguje jako odrazka.

Reflexní vestu je povinen nosit řidič, který se pohybuje po pozemní komunikaci mimo obec z důvodu nouzového stání vozidla. Slouží tedy jako preventivní opatření proti případné srážce člověka s autem, jelikož se zvýší jeho viditelnost až na 200 m.

#### 2.7.6. Fyzikální pohled – princip reflexní vesty

Princip reflexních materiálů je v jádru stejný jako princip odrazek. Existují dvě metody, jak vyrábět reflexní materiály. Zaprvé je to spojení tří na sebe kolmých odrazných ploch, které postupně odráží paprsek, až se nakonec vrací ve směru, ve kterém dopadal. Jedná se o koutové reflektory vyráběné buď z plastu, nebo z postříbřeného optického skla. Druhá metoda spočívá ve dvojnásobném lomu na prostředí vzduch a sklo. Mikroskopické kuličky připevněné k odrazivému podkladu jsou zalaty opticky průchozím materiálem.

Stejnou technologickou výrobou tedy vznikají reflexní pruhy a pásy, případně jakékoliv reflexní součásti oblečení, uniforem či batohů.

(Bezpečné cesty [online])

### 3. PRAKTICKÁ ČÁST

#### 3.1. Cíle

1. Implementace problematiky první pomoci do fyzikální teorie na základních školách.
2. Analýza učebnic, ve kterých jsou hledány poznámky s tematikou první pomoci.
3. Zpracování výsledků dotazníkového šetření. Dotazník nalezneme v příloze.

#### 3.2. Začlenění do fyzikální teorie na ZŠ

Pro zpracování této kapitoly je potřeba znát časové rozložení učiva v průběhu jednotlivých ročníků základní školy, které se liší na základě individuálního ŠVP. Pro účely šetření tedy jako jistá časová osnova posloužily učebnice od vydavatelství Prometheus, které jsou na školách dnes stále často využívány a mají jasnou strukturu.

V **šesté třídě** se žáci na základní škole seznamují s fyzikou poprvé. Proto je důležité začít od základů a teprve na nich dále stavět, případně propojovat s další látkou. V kapitole měření teploty se dá mluvit o lékařském teploměru, může být zmíněno, které typy se dnes používají. Přirozená tělesná teplota se dá porovnávat s jinými teplotami, mluvit můžeme o horečce, podchlazení, ale také o přenosu tepla do prostředí. Zmínit by se zde mohl i úpal nebo popáleniny jako úrazové stavy způsobené teplem. Další velkou kapitolou probíranou v tomto ročníku je elektrický proud, respektive elektrický obvod. Zde se hodí hned ze začátku žáky poučit o bezpečnosti zacházení s elektrickými přístroji, obzvláště pokud je v plánu s nimi stavět elektrické obvody. Také se k tomuto úvodu hodí jasně vysvětlit pravidla první pomoci pro úrazy elektřinou. Žáci si již v tomto ročníku uvědomí, jaký vliv může mít elektřina na organismus. Vodivost materiálů se dá opět vztáhnout na ochranu člověka – jaké materiály by měl používat člověk manipulující s elektrickými zařízeními. Zmínit lze i o vodivosti, která je žádaná například při defibrilaci, aby nedocházelo k popáleninám kůže.

Učivo **sedmé třídy** začíná být podrobnější, přibývají vzorce pro základní výpočty jednotlivých veličin. V kapitole o deformačních účincích síly se setkáme poprvé s tlakem a zde se můžeme bavit o velice různorodých oblastech první pomoci. Základní vzoreček

$$p = \frac{F}{S},$$

který se žáci naučí, mohou uplatnit při výpočtu některého konkrétního příkladu. Pro jednoduchost zadáme hodnotu tlaku působícího na kost, který způsobí zlomeninu a v příkladu se pak může různě kombinovat výpočet potřebné síly nebo velikost plochy, na kterou síla působí. Tento vzorec ale také slouží k názornému příkladu, jak funguje škrtidlo užívané jako způsob zástavy krvácení. Je vhodné zde vysvětlit nepřímou úměrnost mezi tlakem a plochou působení tlakové síly. V další kapitole nazvané mechanické vlastnosti kapalin se začneme bavit také o tlaku v kapalině. Zde se dá zmínit nejprve krevní tlak, který měříme v konkrétních místech a proč ho v nich měříme. Mluvíme o hydrostatickém tlaku vznikajícím v důsledku účinků gravitační síly. Ze vzorce

$$p = h\rho g ,$$

který si žáci osvojí, se dá spočítat rozdíl hydrostatických tlaků v různých místech dolní končetiny. Zmíníme zde polohování, které je součástí první pomoci při masivním krvácení. Také se můžeme bavit o významu polohování při nízkém krevním tlaku. Atmosférický tlak se probírá v kapitole o mechanických vlastnostech plynu. V návaznosti na tuto tematiku se můžeme pobavit o podtlaku neboli tlaku nižším, než je atmosférický tlak, funkčnosti plic, mechanice dýchání, která je založena na rozdílnosti tlaku plynů, a také o vzniku pneumotoraxu. V kapitole o světelných jevech dojdeme k tématu odraz světla. Na teoretickém základu odrazu, ale také na geometrickém zobrazení, se dá vysvětlit princip odrazek, případně reflexních materiálů.

**Osmá třída** přináší v hodinách fyziky především nové vědomosti z oblasti tepla, žáci se naučí počítat se vzorcem

$$Q = mc\Delta t ,$$

ze kterého mohou vypočítat například teplo přijaté či odevzdané. Touto teorií se plynule dostáváme k tepelné výměně. Zde si můžeme říct, jakými mechanismy se naše tělo zbavuje přebytečné teploty a jak naopak teplo získává. Mluvíme o vzniku horečky a podchlazení, doplníme účinnými radami, jak postupovat v rámci první pomoci při přehřátí nebo naopak podchlazení organismu. Mluvit můžeme také o principu teploměru, i když teplotní roztažnost žáky čeká teprve na střední škole. V kapitolách o elektrických jevech mluvíme o izolantech a vodičích, vzpomeneme tedy opět bezpečnost práce s elektrickým zařízením. Při měření proudu si můžeme říci, která velikost proudu už dokáže způsobit poškození lidského organismu, případně dále stupňovat podle velikosti proudu a závažnosti poranění. Po definování Ohmova zákona a matematickém vyjádření

$$I = \frac{U}{R}$$

si s žáky říkáme něco o elektrickém odporu. Zde tedy mezi příklady můžeme uvést i odpor lidského těla, případně jeho částí. V kapitole o zvukových jevech je dobré si říci něco o medicínském využití ultrazvuku.

V **deváté třídě** se značnou část roku věnujeme tématu elektrického proudu, na začátku by tedy bylo příhodné zopakovat bezpečnostní pokyny při manipulaci s elektrickými spotřebiči, první pomoc při úrazu elektrickým proudem a také stupně závažnosti úrazů. Vysvětluje se zde vznik střídavého proudu, je tedy vhodné upozornit, že pro tělo je střídavý proud nebezpečnější již při nižších hodnotách proudu než proud stejnosměrný. Můžeme si zde také stručně vysvětlit princip EEG a EKG, případně defibrilátoru. U teorie elektromagnetického záření žáky učíme o RTG paprscích, vysvětlíme tedy princip a přínos pro medicínu. Dále se zde můžeme zmínit také o jiných způsobech medicínského zobrazování. V kapitole o jaderné energii se můžeme zmínit o nebezpečí radioaktivního záření, ochraně před zářením a prevenci před nemocí z ozáření.

Veškerá další problematika a složitější fyzikální principy budou probírány teprve na střední škole. Proto se například nedostaneme k rovnici kontinuity, výpočtu teplotní roztažnosti nebo vysvětlení buněčné membrány jako kondenzátoru. Na základní škole ovšem můžeme připravit teoretický základ, a hlavně podněcovat zvědavost a touhu po poznávání, jak jednotlivé věci fungují, proč určité jevy nastávají a jakými pravidly se co řídí. Je tedy dobré pokusit se o mezioborové pojetí již na základní škole, žákům by se mělo dostat co nejkomplexnějšího pohledu.

### 3.3. Průzkum dosavadního didaktického využití v učebnicích pro ZŠ

Cílem průzkumu bylo nalézt v učebnicích, které se dnes na základních školách běžně používají, tematiku první pomoci či alespoň zdravotní, která s ní úzce souvisí. Analyzované učebnice byly vybrány tak, aby odpovídaly Seznamu učebnic a učebních textů se schvalovací doložkou pro základní vzdělávání platný ve školním roce vydávaným každoročně ve Věstníku MŠMT. Schvalovací doložku definuje školský zákon č. 561/2004 v § 27 o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání v odstavci 1 následovně: „*Ministerstvo uděluje a odnímá učebnicím a učebním textům pro základní a střední vzdělávání schvalovací doložku na základě posouzení, zda jsou v souladu s cíli vzdělávání stanovenými tímto zákonem, rámcovými vzdělávacími programy a právními předpisy.*“ (§ 27 odst. 1 zákona č. 561/2004 Sb., školský zákon, ve znění pozdějších předpisů)

Ať už se jedná o tematické odbočky, příklady využitelnosti v praxi, početní příklady nebo kapitoly o bezpečnosti, veškeré zmínky byly sesbírány a sepsány zde. Vybrány byly učebnice pro 6.–9. ročník od vydavatelství Fraus, druhá sada čtyř učebnic byla od SPN a třetí sérii vydalo nakladatelství Prometheus.

Po podrobném prostudování těchto učebnic se ukázalo, že se zde několik témat často opakuje.

**Učebnice pro šestý ročník** díky svému tematickému obsahu zaměřenému na seznámení s měřidly a základními veličinami obsahovaly často zmínku o teploměrech a lidské tělesné teplotě. V učebnici od Fraus najdeme na straně 46 zmínku o zvýšené teplotě těla a obranném mechanismu zvaném horečka. „*Jakou teplotu má lidské tělo? Zeptejte se maminky, jakou jste měli největší teplotu.*“ (Jáchim, 1999, s. 43). Tato citace je z učebnice od SPN a jednalo se o úkol na doma. V učebnici od nakladatelství Prometheus najdeme na straně 132 stručně popsany lékařský teploměr a opět krátkou zmínku o horečce a běžné tělesné teplotě. Kromě učebnice od SPN najdeme v obou zbývajících část věnovanou ochraně před bleskem, od Fraus na straně 72, od Promethea na straně 151. Celá jedna kapitola je pak věnovaná bezpečnému zacházení s elektrickými přístroji včetně otázek, úkolů a příkladů. Je zde dokonce popsána základní první pomoc při úrazech proudem. Tuto kapitolu nalezneme v učebnici od Promethea na straně 178–183. Navíc již na straně 140 jsme krátce seznámeni s pravidly pro zacházení s elektrickými spotřebiči, na stranách 149–150 pak najdeme zmínku o tom, jak tělo může

být vodičem proudu a také případy takto způsobených úrazů. V knize od Fraus na straně 43 můžeme pro změnu číst krátkou poznámku o vitální kapacitě plic. Učebnice SPN zase na straně 97 popisuje fungování principu páky na názorném příkladu lidské ruky ohnuté v loktu.

V **učebnicích pro sedmý ročník** se setkáme pouze s málo poznámkami námi sledovaného tématu, zato ovšem často velice podnětnými, které by mohly vést k další diskuzi s žáky. Při seznamování se s kapilárními jevy v učebnici od Fraus najdeme na okraji stránky poznámku „*Také v cévách v lidském těle se projevují kapilární jevy. Pro rozvod krve je však mnohem důležitější činnost srdce.*“ (Rauner, 2005, s. 67). Na straně 92 té samé publikace je pak krátká zmínka o podtlaku, který je způsoben bránicí a umožňuje lidskému tělu dýchat. Tuto poznámku bych zařadila právě k těm, které by mohly ve třídě vyvolat další zvědavé dotazy. V učebnici od Promethea na straně 98 čteme opět připodobnění lidské ruky k principu páky. Na straně 148 stejné učebnice najdeme velice příhodný příklad k výpočtu hydrostatického tlaku v nohou. V učebnici od vydavatelství SPN tentokrát nenajdeme žádnou poznámku k námi hledané problematice.

**Učebnice pro osmý ročník** základní školy jsou relativně bohaté na poznámky, které jsou předmětem výzkumu. Především pak učebnice od Fraus, kde na straně 28 najdeme opět aplikovaný princip páky na činnost ruky, na straně 94 text o elektrickém proudu v těle a základní princip EKG a EEG. Zmínku o elektrickém odporu těla nalezneme na straně 98 stejné publikace, bezpečnost při práci s elektrickými zařízeními pak na straně 139 učebnice SPN. K tomu také učebnice SPN upozorňuje na smrtelné nebezpečí při zasažení bleskem a připomíná důležitost ochranných opatření ve formě hromosvodů, to vše na straně 136. Ve zmíněné publikaci je na straně 40 vysvětleno, jak tělo získává energii a popisují se zde také přeměny různých forem energie. Stejnou tematikou se zabývá i učebnice od Fraus na straně 14. V učebnici od Promethea najdeme zmínku pouze o ultrazvuku využívaném v lékařství a lidském uchu, a to na stranách 172–173. Využití ultrazvuku v lékařství je zmíněno také v knize od Fraus na straně 82. Poškození sluchu, hladiny intenzity a ochranné pomůcky jsou pak v té samé učebnici probírány pouze o pár stran dál, na straně 85. „*Proč lékař slyší stetoskopem tlukot srdce i přes kůži, žebra a svaly?*“ (Rauner, 2006, s. 76), je citace ze stejné publikace, tedy z učebnice od Fraus. Když žáci dostanou takovou otázku, je určitě dobré vysvětlit si nebo zopakovat, co znamená stetoskop.

Jako poslední rozebereme učebnice nejvyššího ročníku na základní škole, tedy **učebnice pro devátý ročník**. Žáci se v tomto ročníku velkou část roku věnují elektřině. To se nám tedy samozřejmě promítne i v naší hledané tematice. V učebnici od Prometheusa nalezneme na straně 52 upozornění na vysoké napětí a proud procházející organismem, na straně 54 pak hned příklady na tělo jako vodič elektrického proudu a na stranách 81–85 je podrobně popsána ochrana před úrazy elektrickým proudem a také první pomoc, která je potřebná k ošetření takto zraněného pacienta. Na straně 207 stejné knihy je pak v sekci opakování opět zařazena problematika úrazů elektrickým proudem, první pomoc a najdeme zde i tematické příklady. Bezpečnost práce s elektrickými spotřebiči je rozebrána také na stranách 38–40 v učebnici od Fraus. Zde je také na straně 70 zmíněno využití RTG paprsků v medicínském zobrazování, na straně 72 pak využití magnetické rezonance. Karcinogenní účinky záření, ale i využití RTG v lékařství najdeme také na straně 94 v učebnici od Prometheusa. Zde na stranách 146–147 nalezneme také způsoby ochrany před zářením. Na straně 196 je pouze zmíněno, co dělá tělo proti přehřátí. Stejnému tématu se věnuje i učebnice od SPN na straně 45 a to výkladem o důležitosti pocení, principu horečky a chladiivých obkladech. Na straně 91 stejné učebnice najdeme část věnovanou hluku a ochraně před ním.

Souhrnně by se dalo říci, že v učebnicích fyziky pro základní školy se mezipředmětové odkazy na první pomoc vyskytují relativně málo. Vždy se samozřejmě liší série učebnic podle vydavatele a také jednotlivé knihy podle ročníků a kapitol v nich probíraných. Ze zkoumaných sad bylo nejméně hledaných odkazů v učebnicích od SPN. Některé z nalezených příkladů byly velice vhodné pro využití do pracovního listu.

### 3.4. Výsledky dotazníkového šetření

Dotazníkové šetření proběhlo v únoru roku 2017 mezi učiteli fyziky na základní škole. Dotazník byl vytvořen elektronicky a rozeslán po základních školách v celé České republice prostřednictvím e-mailu.

Cílem tohoto šetření bylo především zjistit, zda se učitelům jeví mezioborové propojení jako důležité. Následně, zda se jim zdá užitečné propojovat problematiku první pomoci a fyziky. Jako poslední otázka byla položena, jestli mají dostatečnou dostupnost k materiálům o dané problematice. Díky těmto výsledkům si můžeme udělat alespoň

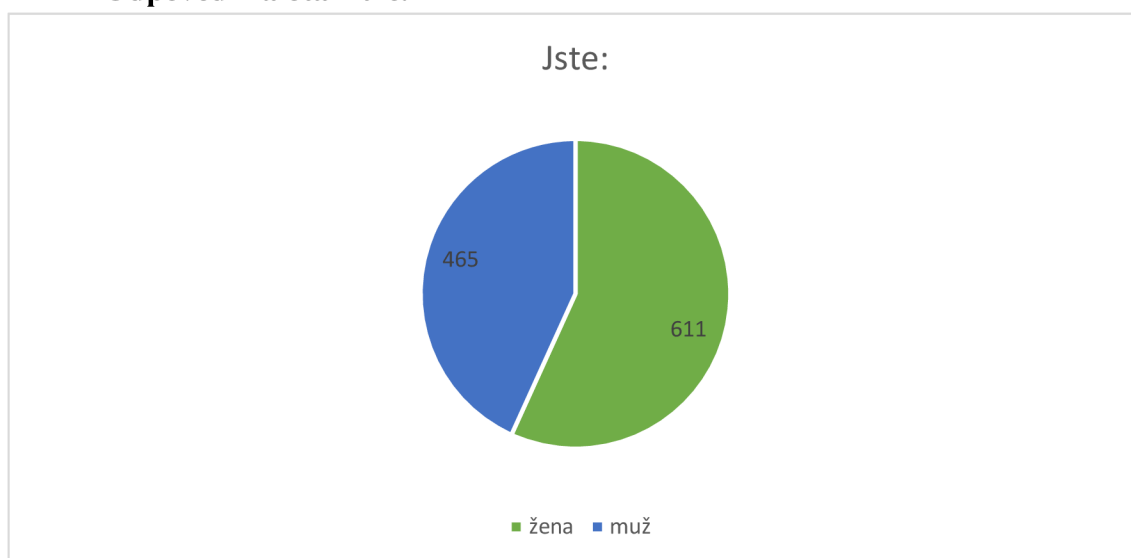


hrubou představu o tom, jaká může být situace v praxi ohledně propojování těchto dvou oborů.

Dotazník obsahoval celkem 8 otázek, pětkrát se jednalo o uzavřené otázky, kde byl způsob odpovědi vybírání jedné vhodné možnosti. Třikrát byla použita stupnice od jedničky do pětky s tím, že definovány přesnou odpovědí byly pouze krajní body. Celá podoba dotazníku je uvedena v příloze této práce.

Dotazníkového šetření se celkově zúčastnilo 1076 učitelů ze základních škol. Dobré je zde také uvést, že v České republice je okolo čtyř tisíc základních škol, počítejme tedy zhruba s osmi tisíci učiteli fyziky v praxi.

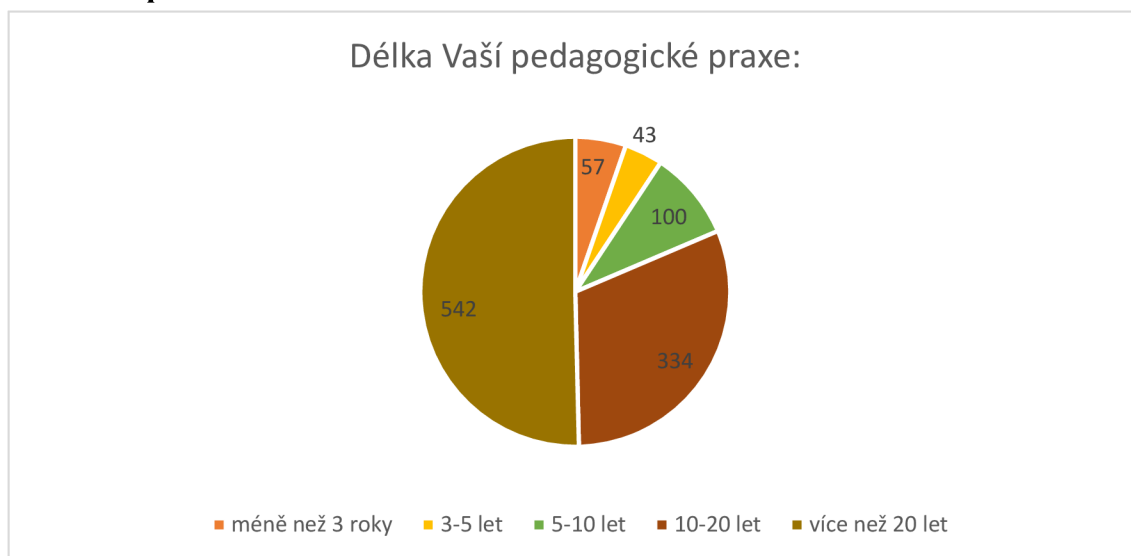
### Odpovědi na otázku č. 1



*graf k otázce č. 1*

Odpovědi na první otázku dotazníku ukazují, že dotazník vyplňovalo 611 žen (57 %) a 465 (43 %) mužů.

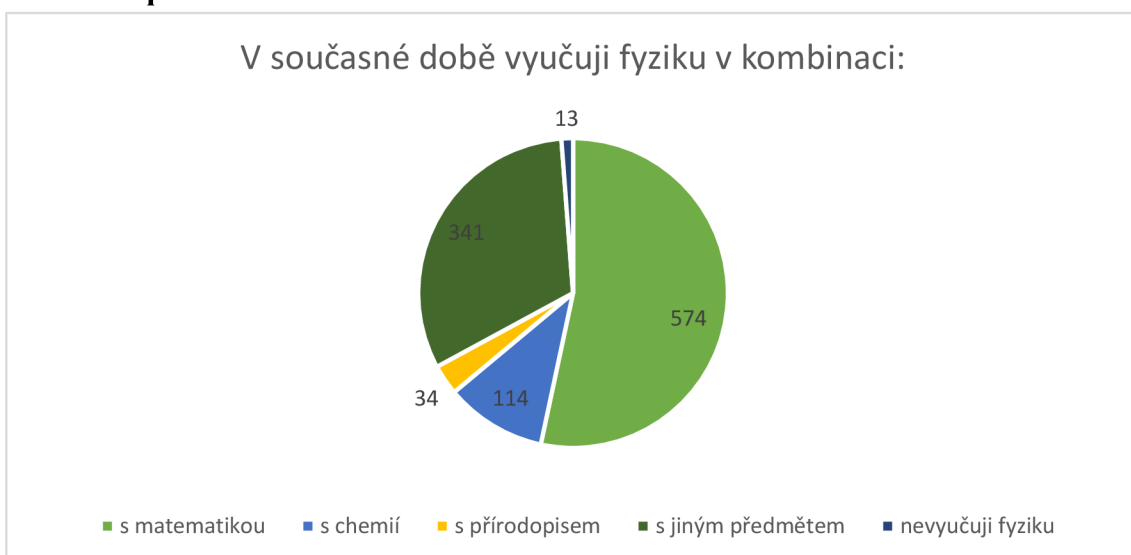
## Odovědi na otázku č. 2



graf k otázce č. 2

Ve druhé otázce byla zjišťována délka pedagogické praxe respondentů. Tato otázka se v dotazníku vyskytovala z důvodu lepší informovanosti o zkoumaném vzorku. Je zde jasně vidět, že ve většině případech se jedná o zkušené učitele s praxí delší než deset let. Pouze 9 % dotazovaných učitelů má praxi kratší než pět let a dalších 9 % pak od pěti do deseti let.

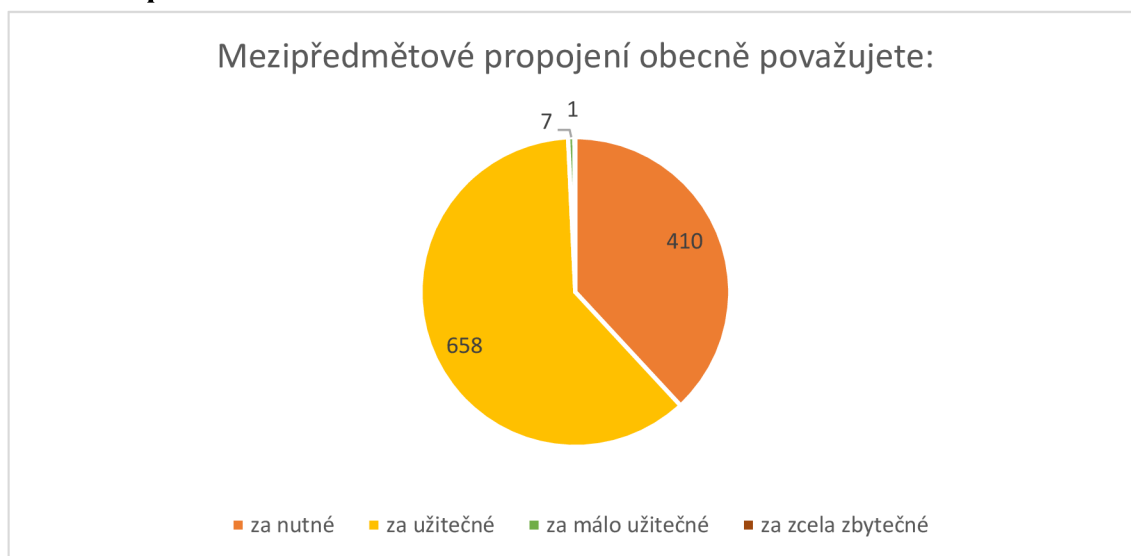
## Odovědi na otázku č. 3



graf k otázce č. 3

Z výsledků třetí otázky víme, jaké je zaměření druhého oboru učitelů fyziky, nejčastěji se jedná o matematiku (53 %). I přesto, že dotazník byl určen učitelům fyziky, třináct respondentů (1 %) odpovědělo, že fyziku nevyučuje.

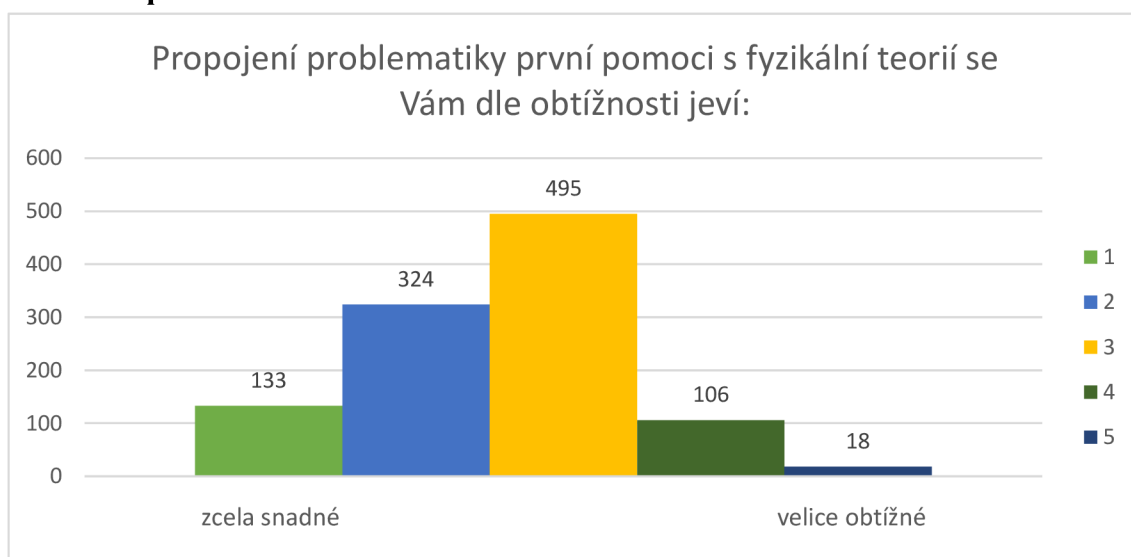
#### Odpovědi na otázku č. 4



graf k otázce č. 4

Jedním z cílů celého šetření bylo zjistit, zda se učitelům jeví mezioborové propojení jako důležité. Čtvrtá otázka tedy přinášela odpovědi, které umožňují splnění tohoto cíle. Za nutné nebo užitečné je mezipředmětové propojení považováno v naprosté většině případů (99 %). Zbylé procento odpovídalo, že se jim toto propojení jeví jako málo užitečné. Pouze jeden respondent považuje propojování předmětů za zcela zbytečné.

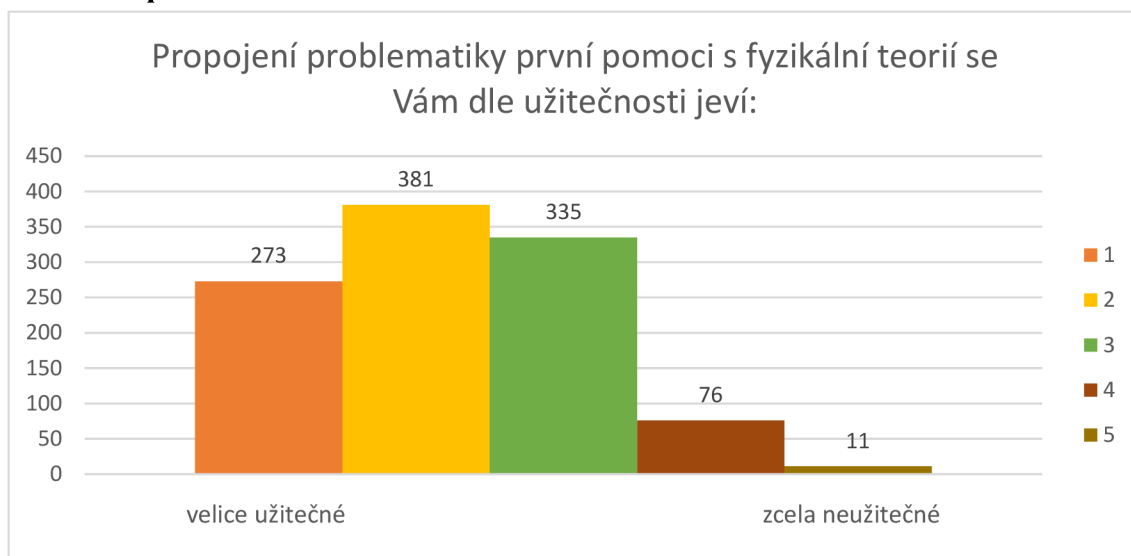
#### Odpovědi na otázku č. 5



graf k otázce č. 5

Odpovědi páté otázky měly přinést pohled učitelů na obtížnost začleňování problematiky první pomoci do teorie fyziky. Respondenti zde mohli zvolit číslo na stupnici 1 až 5, tedy od možnosti „zcela snadné“ až k „velice obtížné“. Střední obtížnost získala nejvíce odpovědí a to 495 (46 %).

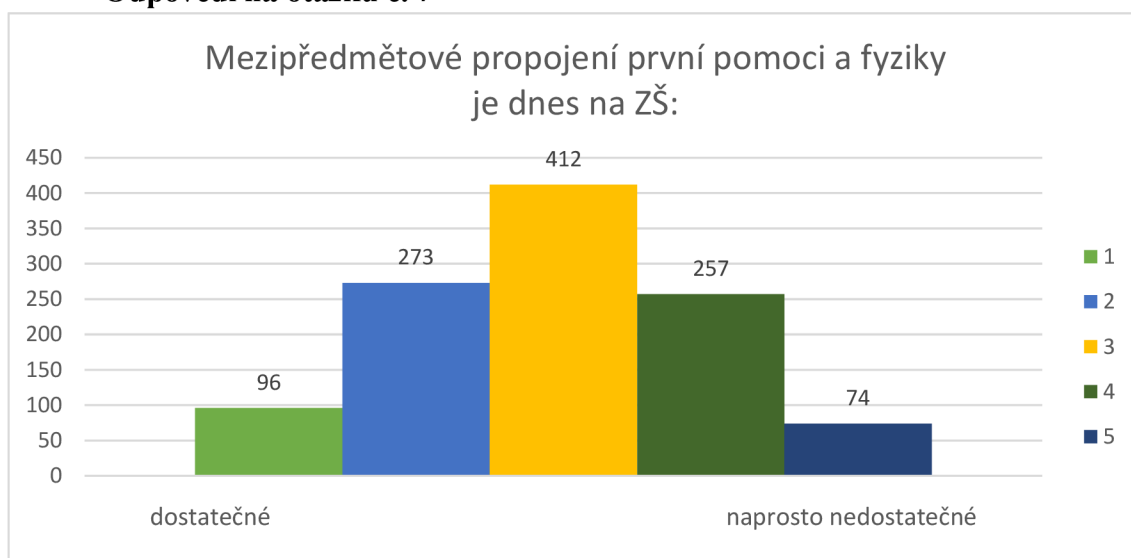
### Odpovědi na otázku č. 6



graf k otázce č. 6

Šestá otázka byla opět založena na principu stupnice 1 až 5. Otázka byla položena tak, abychom získali pohled na užitečnost daného propojení. Naprostá většina učitelů (92 %) zde odpovídala v intervalu 1–3, tedy od varianty velice užitečné až ke středně užitečné. Za neúčinné či zcela neúčinné považuje toto propojení 87 (8 %) respondentů. Výsledky této testovací otázky byly opět jedním z cílů výzkumu a mohou být pro další zpracování tématu hodnotným přínosem.

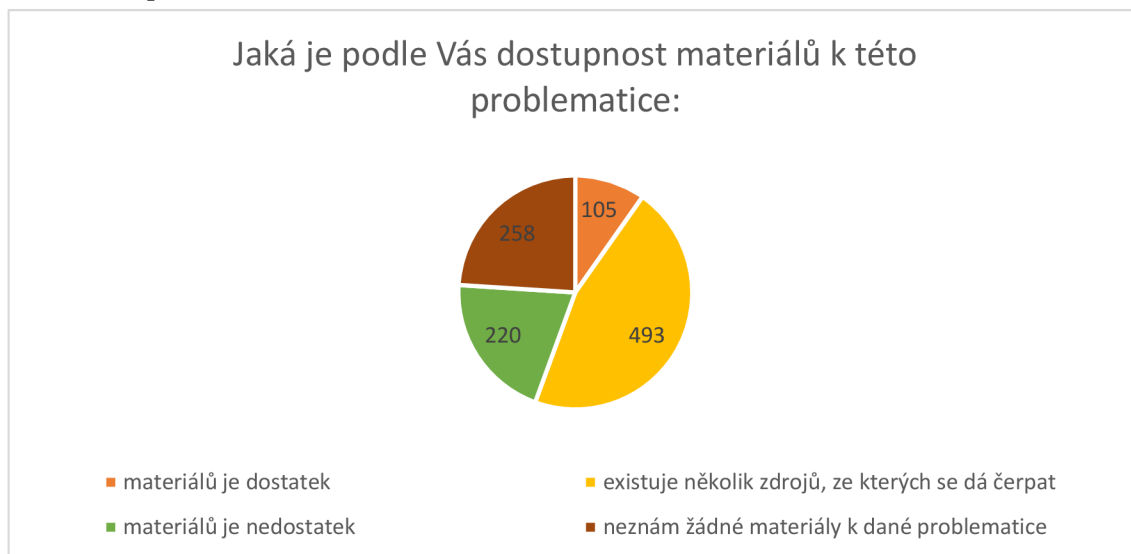
### Odpovědi na otázku č. 7



graf k otázce č. 7

Zda je dnes mezipředmětové propojení první pomoci a fyziky na základních školách dostatečné testovala sedmá otázka. Nejvíce se zde objevovala odpověď pro hodnotu 3 – středně dostatečné. Další možnosti pak byly na obou stranách stupnice velmi vyrovnané.

### Odovědi na otázku č. 8



grafk otázky č. 8

Poslední výzkumná otázka měla přinést pohled učitelů na dostupnost materiálů k problematice propojení první pomoci a fyziky. Pouze 10 % respondentů odpovídalo, že materiálů je dostatek. Nejvíce odpovědí pak bylo u možnosti „existuje několik zdrojů, ze kterých se dá čerpat“ a to 493 (46 %). Dalších 220 (20 %) respondentů se domnívá, že je materiálů nedostatek. Celých 24 % učitelů nezná žádné materiály k dané problematice. Tyto výsledky byly jedním z klíčových důvodů, proč je součástí mé práce také pracovní list, který může dobře posloužit jako vhodný materiál týkající se implementace první pomoci do hodin fyziky.

## DISKUZE

Z průzkumu učebnic jasně vyplývá, že tematika první pomoci se do výuky fyziky na základních školách začlenit dá, a již se tak děje. Je ovšem otázkou, jak přistupuje každý z učitelů k důležitosti tohoto mezioborového propojení. Potěšující pro mě bylo zjištění, že téměř v každé učebnici kromě jedné se nějaký odkaz nalézt dal.

Pokud tedy předpokládáme, že jsou žáci s učebnicemi podrobně seznámeni, dalo by se říci, že mezioborové propojování první pomoci a fyziky se na základních školách v malé míře uskutečňuje.

U některých témat chyběl jasnější nebo podrobnější výklad. Málo jsem se v učebnicích také setkávala s početními příklady s danou problematikou. Tyto nedostatky by se tedy mohly pomalu odstraňovat. Mimo jiné i tento závěr mě vedl ke zhotovení pracovního listu, kde jsou sesbírány nebo utvořeny početní příklady s jasným odkazem na problematiku první pomoci. Obtížnost je volena adekvátně pro žáky deváté třídy.

Při dotazníkovém šetření jsem oslovila dostatečné množství učitelů, aby se jednalo o reprezentativní vzorek. V odpovědích jsem se častěji setkávala s názorem, že mezioborové propojení obecně, ale i konkrétní propojování fyziky a první pomoci, se učitelům jeví jako důležité. Tento názor se zdá být správný s ohledem na to, že žáci tak mohou od učitelů získávat ucelené informace s přesahem do dalších oborů. Při mezipředmětovém propojení hledáme souvislosti a pokud se žák s takovými postupy setká již na základní škole, bude mít větší nadhled. Také to u něj může vzbudit zájem o další zkoumání jiného oboru.

Na poslední otázku, kde jsem se zaměřila na dostupnost materiálů k dané problematice, odpovídali respondenti velmi různorodě. Většina sice zodpověděla, že materiálů je dostatek, nebo že znají zdroje, ze kterých mohou čerpat. Podstatná část se ovšem vyjádřila, že materiálů není dostatek, nebo že dokonce žádné takové materiály neznají. Z těchto odpovědí by se dalo vyvodit, že učitelé by takových zdrojů potřebovali více a není proto vůbec zbytečné zabývat se danou problematikou. Tento závěr byl pro mě také jedním z rozhodujících argumentů pro tvoření pracovního listu.

Některé závěry této práce by mohly být využity při hledání dalších způsobů, jak přenášet problematiku do hodin fyziky. Pracovní list by potom mohl sloužit jako možnost, jak se k takovému mezipředmětovému propojení přiblížit.

## ZÁVĚR

V teoretické části byly popsány vybrané kapitoly nejprve z hlediska první pomoci, dále pak z pohledu fyzikálních principů v živém organismu. Jedná se tedy o biofyziku cíleně zaměřenou na problematiku první pomoci.

V práci jsou zmíněny nejen postupy ošetření, ale také ochrana a prevence před některými druhy poranění. Důležitou podkapitolu zde tvoří Úrazy elektrickým proudem, a to především z důvodu, že se s touto tematikou žáci na základní škole v rámci výuky fyziky setkávají.

V praktické části jsou nejprve stanoveny cíle, které jsou dále splňovány. Samotná implementace problematiky první pomoci do teorie fyziky na základních školách se stala jedním z důležitých výsledků celé práce. Analýza učebnic vedla k dalšímu zamyšlení nad dnešním propojováním mezioborových znalostí v praxi. Výsledky dotazníkového šetření posloužily k vytvoření představy o tom, jaký je zájem o propojování oborů ze strany učitelů fyziky na základních školách.

Zda je mezioborové propojení fyziky a první pomoci na základních školách dnes dostatečné, je stále nejasné. Výsledky dotazníkového šetření nám říkají, že podle poloviny respondentů je propojení dostatečné, druhé polovině se zdá nedostatečné. Z analýzy učebnic lze vyvodit, že snaha o takovou implementaci existuje, nelze ovšem dokázat, zda tyto snahy dále rozvedeny a předány žákům v hodinách.

V této práci jsem se věnovala zpracování teorie první pomoci tak, aby bylo možné ji začlenit do hodin fyziky na základní škole. Na teoretickou část navázaly další užitečné závěry a výsledky z části praktické.

Problematika mi byla velice blízká a jsou zde stále oblasti, kterým by bylo možné se dále věnovat. K dalšímu zpracování bych se tedy ráda vrátila v diplomové práci.

## SEZNAM LITERATURY

BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK, 2015. Základy lékařské fyziky. 4. vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 9788024626451.

BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK, 2015. Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi. Praha: Grada. ISBN 9788024747125.

BYDŽOVSKÝ, Jan, 2011. Předlékařská první pomoc. Praha: Grada. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-2334-1.

DUNCA, Juraj, 1997. Biofyzika. 2. nezm. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. ISBN 8071373389.

HLAVÁČ, Albert, 1986. Bojíte sa blesku?. Bratislava: Alfa. Edícia matematicko-fyzikálnej literatúry.

JANDOVÁ, Eva (ed.). Příručka první pomoci: praktický průvodce do každé domácnosti, na pracoviště, do škol i pro volné chvíle. Bratislava: Perfekt, 2003. ISBN 80-8046-224-0.

JEDLIČKA, Pavel, 2007. Vysoký krevní tlak - nic se neděje?: vše, co potřebujete o hypertenzi vědět, abyste se dožili vysokého věku. Havlíčkův Brod: Hypertenze.eu. ISBN 978-80-239-9943-3.

KAUTZNER, Josef a Vojtěch MELENOVSKÝ, 2015. Srdeční selhání: aktuality pro klinickou praxi. Praha: Mladá fronta. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-3573-6.

KŘEN, Jiří, Josef ROSENBERG a Přemysl JANÍČEK, 2001. Biomechanika. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita. ISBN 80-708-2792-0.

KUKUROVÁ, Elena a Eva KRÁĽOVÁ. Lekárska fyzika a biofyzika pre medicínsku prax. Bratislava: Vydavateľstvo UK, 2004. ISBN 80-223-1824-8.

LEJSEK, Jan, Petr RŮŽIČKA a Jan BUREŠ. 2010. První pomoc. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1845-6.

MACHOVÁ, Jitka. Biologie člověka pro učitele. Druhé vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3357-2.



MOUREK, Jindřich. 2005. Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů. Praha: Grada. ISBN 80-247-1190-7.

NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, 2005. Medicínská biofyzika. Praha: Grada. ISBN 8024711524.

PENHAKER, Marek a Eva KRÁLOVÁ. Lékařské diagnostické přístroje: učební texty. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0751-3.

POKORNÝ, Jan. c2010. Lékařská první pomoc. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-322-8.

První pomoc: návodné instrukce, jak postupovat v případě úrazů, nehod a v kritických situacích, 2012. 3. aktualizované vydání. Přeložil Václava KOFRÁNKOVÁ. Praha: Forum. ISBN 978-80-904803-8-4.

ROKYTA, Richard, Dana MAREŠOVÁ a Zuzana TURKOVÁ. 2014. Somatologie: učebnice. 6. vyd. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7478-514-6.

ROSINA, Jozef, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK, 2006. Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů. Praha: Grada. ISBN 8024713837.

TARÁBEK, Pavol a Petra ČERVINKOVÁ, c2006. Odmaturuj! z fyziky. Vyd. 2. Brno: Didaktis. Odmaturuj!. ISBN 80-735-8058-6.

VOJÁČEK, Jan, 2016. Akutní kardiologie: přehled současných diagnostických a léčebných postupů v akutní kardiologii. 2. vydání. Praha: Mladá fronta. Aeskulap. ISBN 978-80-204-3942-0.

### **Zkoumané učebnice pro ZŠ:**

BOHUNĚK, Jiří a Růžena KOLÁŘOVÁ, 1998. Fyzika pro 7. ročník základní školy: [učebnice pro základní školy připravená ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků]. Praha: Prometheus. Učebnice pro základní školy. ISBN 80-7196-119-1.

JÁCHIM, František a Jiří TESAŘ, 1999. Fyzika pro 6. ročník základní školy. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 80-723-5076-5.

JÁCHIM, František a Jiří TESAŘ, 1999. Fyzika pro 7. ročník základní školy. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 8072351168.

JÁCHIM, František a Jiří TESAŘ, 2000. Fyzika pro 8. ročník základní školy. Ilustroval Karel BENETKA. Praha: SPN. ISBN 8072351257.

JÁCHIM, František a Jiří TESAŘ, 2000. Fyzika pro 9. ročník základní školy. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 8072351303.

KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK, 1998. Fyzika pro 6. ročník základní školy: [učebnice pro základní školy připravená ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků]. Praha: Prometheus. Učebnice pro základní školy. ISBN 80-7196-121-3.

KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK, 1999. Fyzika pro 8. ročník základní školy. Praha: Prometheus. Učebnice pro základní školy. ISBN 8071961493.

KOLÁŘOVÁ, Růžena, 2000. Fyzika pro 9. ročník základní školy. Praha: Prometheus. Učebnice pro základní školy. ISBN 8071961930.

RAUNER, Karel, 2004. Fyzika pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia. Praha: Fraus. ISBN 80-7238-210-1.

RAUNER, Karel, 2005. Fyzika 7: pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Fraus. ISBN 80-723-8431-7.

RAUNER, Karel, 2006. Fyzika 8: pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Fraus. ISBN 80-723-8525-9.

RAUNER, Karel, Václav HAVEL a Miroslav RANDA, 2013. Fyzika 9: pro základní školy a víceletá gymnázia. 2., aktualiz. vyd. Plzeň: Fraus. ISBN 978-80-7238-996-4.

### **Internetové zdroje:**

Aktivity pro zdraví [online], 2013. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z:

<http://www.aktivitiprozdravi.cz/>

Defibrilátory [online], In: . [cit. 2017-03-20]. Dostupné z:

<http://www.fbmi.cvut.cz/e/defibrilatory/1829.pdf>

Funkce buněk a lidského těla: Multimediální skripta [online], [cit. 2017-03-17].  
Dostupné z: <http://fbllt.cz/skripta/>

MAJEROVÁ, Veronika. První pomoc a její znalost u žáků 2. stupně základní školy [online]. Brno, 2016 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z:  
<[http://is.muni.cz/th/406972/pedf\\_b\\_b1/](http://is.muni.cz/th/406972/pedf_b_b1/)>. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Jitka Slaná Reissmannová

Medlicker [online], [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://cs.medlicker.com/>

Ordinace.cz [online], [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.ordinace.cz/>

První pomoc: Zásady první pomoci [online], [cit. 2017-03-17]. Dostupné z:  
<http://www.prvni-pomoc.com/>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: MSMT-28603/2015. 2016. In: .  
Praha. Dostupné také z: [http://www.nuv.cz/uploads/RVP\\_ZV\\_2016.pdf](http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf)

REISSMANNOVÁ, Jitka. Problematika první pomoci v kontextu rozvoje zdravotní gramotnosti ve školním prostředí [online]. Brno, 2010 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:  
<[http://is.muni.cz/th/23275/pedf\\_d/](http://is.muni.cz/th/23275/pedf_d/)>. Disertační práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Evžen Řehulka.

Velký lékařský slovník [online], Praha [cit. 2017-02-26]. Dostupné z:  
<http://lekarske.slovníky.cz/>

VESELÝ, Jaroslav, 2012. Téma: Hemodynamika [online]. In: . [cit. 2017-03-13].  
Dostupné z: <http://pfyziollfup.upol.cz/castwiki2/?p=1910>

Věstník MŠMT 11/2013. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy [online]. 2015  
[cit. 2015-09-26]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty/2013-11>

WorkMed s.r.o. [online], 2017. Praha [cit. 2017-02-28]. Dostupné z:  
<http://www.skoleniprvnipomoci.cz/>

Www.realisticky.cz: když (se) chcete naučit.. [online], 2010. [cit. 2017-03-27].  
Dostupné z: <http://www.realisticky.cz/>

Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy [online].

2015 [cit. 2015-09-26]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty/novy-skolsky-zakon>

Zákon o péči o zdraví lidu, 1992. In: . 86/1992. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-86#c11>

### **Zdroje použitých obrázků v Pracovním listě:**

1. obrázek: ČIHÁK, Radomír, 2001. Anatomie. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED. Praha: Grada. ISBN 8071699705.

2. obrázek:  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Kapalinov%C3%BD\\_tlakom%C4%9Br#/media/File:Rtut\\_tlakomer.png](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kapalinov%C3%BD_tlakom%C4%9Br#/media/File:Rtut_tlakomer.png)

3. obrázek: <http://tantrajoga.webnode.cz/asany/obracene-polohy/>

## SEZNAM PŘÍLOH

**Příloha č. 1 – Pracovní list**

**Příloha č. 2 – Dotazník**