



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Elektrotrauma

Electrical Trauma

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Zdravotnický záchranář

Autor bakalářské práce: Ondřej Černý

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Ing. Robin Šín MBA



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Černý** Jméno: **Ondřej** Osobní číslo: **469778**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Elektrotrauma

Název bakalářské práce anglicky:

Electrical Trauma

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude popis postupu poskytování přednemocniční neodkladné péče u pacientů zasažených elektrickým proudem. V teoretické části bude pojednáváno o vzniku elektrotraumatu, faktorech ovlivňujících rozsah a druh poškození pacienta, komplikacích a činnosti zdravotnického záchranáře při ošetření pacienta. V praktické části budou zkoumány případové studie úrazů elektrickým proudem. Bude zjišťováno, jaký byl postup ošetření zdravotnickými záchranáři, správnost postupu a další návaznost péče. Na základě zjištění bude hodnocen rozsah přínosu péče a výhody úkonů pro zdraví pacienta a činnost zdravotnického záchranáře.

Seznam doporučené literatury:

- [1] MARKOVCHICK, Vincent J., Peter T. PONS, Katherine M. BAKES a Jennie A. BUCHANAN, Emergency medicine secrets, ed. 6., Philadelphia PA: Elsevier, 2016, 752 s., ISBN 9780323355162
- [2] CURTIS, Kate a Clair RAMSDEN, Emergency and Trauma Care for Nurses and Paramedics, ed. 2., Chatswood: EVOLVE, 2011, 1520 s., ISBN 9780729592857
- [3] Robin ŠÍN, Petr ŠTOURAC, Jana VIDUNOVÁ et al., Lékařská první pomoc, ed. 1. vyd., Praha: Galén, 2019, 388 s., ISBN 978-80-7492-433-0
- [4] POKORNÝ, Jiří a kol., Urgentní medicína, ed. 1., Praha: Galén, 2004, 547 s., ISBN 80-7262-259-5

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

MUDr. Ing. Robin Šín, MBA

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **18.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**


prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Elektrotrauma vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona 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 Smiřicích dne 28.05.2020

.....

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce MUDr. Ing Robinu Šínovi za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena problematiku elektrotraumatu, zejména z pohledu zdravotnického záchranáře v přednemocniční neodkladné péči. Nebezpečí elektrotraumatu pochází jak z přírodních zdrojů, tak i ze zdrojů vytvořených člověkem a postihuje všechny věkové skupiny.

V teoretické části je nastíněna historie péče o elektrotrauma jeho zařazení mezi ostatní termická traumata. Součástí je také popis fyzikální a biologické podstaty vzniku úrazu. Dále je popis účinků na jednotlivé orgánové soustavy člověka. Poslední oddíl je věnován prevenci, první pomoci, přednemocničnímu ošetření výběru cílového zařízení základům péče nemocniční.

Praktická část je zaměřena na přednemocniční neodkladnou péči pacientům s elektrotraumatem. Z kazuistik je vyhodnoceno, jak zdravotnický záchranář postupoval. Největší zájmem je, zda se zdravotnický záchranář nevystavil nebezpečí elektrického proudu, jak postupoval v rámci infuzní terapie a do jakého zařízení byl pacient po ošetření předán.

Postup zdravotnických záchranářů při ošetřování elektrotraumatu v základu odpovídá současným poznatkům. Ze zkoumaných bodů zcela v pořádku je zajištění vlastní bezpečnosti. Chyba vznikla ve volbě cíle transportu. Malá zranění mohou vést k nadhodnocení infuzní terapie.

Klíčová slova

elektrotrauma; trauma; přednemocniční neodkladná péče; termické trauma; popáleniny

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on the issue of electrical injury, especially from the point of view of a paramedic in pre-hospital emergency care. The danger of electrical injury comes from both natural and man-made sources and affects all age groups.

The theoretical part outlines the history of electrical injury care and its inclusion among other thermal traumas. It includes a description of the physical and biological nature of the accident. Another is a description of the effects on human organ systems. The last section is devoted to the prevention, first aid, pre-hospital treatment of the selection of the target facility, the basics of hospital care.

The practical part is focused on pre-hospital emergency care for patients with electrical injury. From the case studies is evaluated as a paramedic acted and to which facility the patient was transferred. The greatest interest is if the paramedic was exposed to the danger of electricity, how he proceeded in infusion therapy and to which health facility he was transferred after the treatment.

The procedure of paramedics in the treatment of electrical injury basically corresponds to current knowledge. Of the surveyed points is quite right to its own security. Mistakes occurred in the selection of the health facility. Small injuries may lead to an overestimation of the infusion therapy.

Keywords

electrical trauma; electrical injury; trauma; pre-hospital emergency care; thermal trauma; burns

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíle práce.....	12
3	přehled současného stavu	13
3.1	Historie	13
3.2	Zařazení do systematiky.....	14
3.3	Působení elektrického proudu na člověka.....	15
3.3.1	Elektrický proud	15
3.3.2	Elektrické vlastnosti tkáně.....	15
3.3.3	Účinky elektrického proudu	16
3.3.4	Teplo	16
3.3.5	Hodnocení popálenin	18
3.4	Účinky	18
3.4.1	Poškození kůže.....	18
3.4.2	Kardiologické účinky.....	18
3.4.3	Respirační	19
3.4.4	Cévní.....	19
3.4.5	Neurologické	19
3.4.6	Muskuloskeletální	20
3.4.7	Renální.....	20
3.4.8	Gastrointestinální	21
3.4.9	Další	21
3.5	Prevence a ochrana	21
3.6	Laická první pomoc.....	22
3.7	Anamnéza	23
3.8	Přednemocniční péče	23

3.8.1	Zajistit bezpečnost.....	23
3.8.2	Kardiopulmonální resuscitace	24
3.8.3	Intravenózní vstup	24
3.8.4	Infuzní terapie a medikace	25
3.8.5	Krytí a fixace	25
3.9	Triage a směřování.....	26
3.10	Příjem pacienta	27
3.11	Specifika podle zdroje energie	27
3.11.1	Úraz elektrickým proudem	27
3.11.2	Úraz bleskem	28
3.12	Popáleninový šok	28
3.12.1	Patofyziologie šoku	29
3.12.2	Biochemické projevy šoku	30
3.12.3	Tekutinová resuscitace.....	31
3.13	Léčba popálených ploch.....	32
3.13.1	Metody lokální péče	33
3.13.2	Druhy krytí	34
3.13.3	Místní antibakteriální prostředky	35
3.13.4	Ošetřování popálených ploch	36
3.13.5	Chirurgické řešení	37
3.13.6	Definitivní krytí	38
3.14	Anesteziologie	39
4	Metodika	41
5	Kazuistiky.....	42
5.1	Kazuistika č. 1	42
5.2	Kazuistika č. 2.....	43

5.3	Kazuistika č. 3.....	44
6	Výsledky	46
6.1	Postup ošetření.....	46
6.2	Anamnestická data	47
6.3	Hodnocení.....	47
7	Diskuze	48
8	Závěr.....	51
9	Seznam použitých zkratk.....	52
10	Seznam použité literatury	54
11	seznam použitých tabulek.....	58
12	Seznam Příloh.....	59

1 ÚVOD

Objev elektrické energie lidem proměnil život a jejich okolí. Každý den jsem s elektrickými zařízeními v kontaktu. Hodnoty energie v různých typech rozvodných sítí jsou běžně poměrně vysoké. Nebezpečím elektřiny se může z části skrývat v její dostupnosti, ale pravděpodobně je také nebezpečí ovlivněno špatnou představitelností. Používáme energii, která za běžných situací není vidět, slyšet, ani cítit.

Podstatnou částí tématu jsou také úrazy způsobené bleskem. I když při zásahu blesku do lidského těla se jedná o stejný druh energie, její charakteristika a působení se od elektřiny ze zdrojů sestavených lidmi liší. Zásadní rozdíl je také v možnostech ochrany před bleskem, kdy riziku vystavení se nebezpečí sice lze způsobem chování předcházet, ale nelze s jistotou vyhnout.

Samotné Elektrotrauma je úraz zařazený mezi termická traumata, tedy mezi zranění nějakým způsobem spojená s teplem. Téma elektrotraumatu tedy velmi úzce souvisí s popáleninami. Zvláštností takových zranění je působení energie během průchodu skrz lidské tělo. Výsledkem může být od vlivu na koagulaci, ovlivnění elektrochemického prostředí, dýchání, až po vznik patologických rytmů srdce.

Důsledkem průchodu proudu skrz organismus je také podráždění nervové soustavy až případné bezvědomí, následkem čehož dochází k různorodým úrazům. Vlivem těchto poškození, samo o sobě komplikovaných, je nejen poškození těla, ale následně i poškození psychiky pacienta ať už kvůli ztrátě část těla, nebo pro poměrně výrazný a velký rozsah jizev.

Téma elektrotraumatu je významné z důvodů častých komplikací takového úrazu. Zájem o elektrotrauma ve mně zbudilo nebezpečí, které představuje i pro do té doby zcela zdravého člověka.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je porovnání postupů ošetření pacienta s elektrotraumatem v přednemocniční péči s postupy uvedenými v odborné literatuře. Zkoumanými postupy je:

1. Jak byla řešena bezpečnost na místě zásahu?
2. Kolik a jakých náhradních roztoků bylo užit u popálených pacientů?
3. Jaké bylo zvoleno cílové zdravotnické zařízení?

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Historie

Nejviditelnějším poškozením při úrazu elektrickým proudem jsou popáleniny, které lidstvo provází věky. Průkaz snahy takové rány léčit, pomocí rostlin, se datuje do doby 60 tisíc let př. Kr. Ve starověkém Egyptě podle Ebersova papyru byl kladen důraz na živočišné přípravky. V prvním století Cornelius Celsus sepsal *De Medicina*, kde se prvně objevuje zmínka o chirurgickém řešení jizevnatých kontraktur. Středověcí lékaři Avicena a Rhases si všímají vlivu užití studené vody a v 16. století Ambrois Paré odsuzuje vypalování ran. Začátkem 17. století Wilhelm Fabry třídí rány podle vzhledu a jeho dílo se až do 20. století stává nejhlubším pojednáním o popáleninách. Wilhelm Fabry používá obvykle octové obklady, typicky na bolestivé rány, a bolest se snaží tlumit, především opiem s kafrem. Rány vyšších stupňů není možné s větším efektem léčit až do objevu transplantace. Fabricius stejně jako W. Cumin v roce 1823 považují popáleniny jako poranění celkové. Větších poznatků ve dvacátém století bylo dosaženo na základě zraní ve válečných konfliktech a při hromadných neštěstích. Vzniká velké množství metod léčby vzhledem k značné individualitě jednotlivých případů. Ve dvacátých letech v ČSR vzniká první samostatné pracoviště plastické a rekonstrukční chirurgie v Evropě, které se zabývá mimo jiné následky popálenin. Obdobně tak vzniká v padesátých letech popáleninové centrum. (1)

Lidé se setkávali s elektrotraumaty i v přírodě, v důsledku blesků, ale častějšími se tyto úrazy staly až při zkoumání elektřiny a jejím šířením do běžného života. Jedna z prvních zpráv o takovémto úrazu je z roku 1888 kdy zemřel patnáctiletý chlapec po kontaktu s volně visícím drátem. V začátcích užívání elektrické energie byl tlak na rozšiřování využití větší než tlak na prevenci, ale i ta se stala součástí obchodních strategií především v propagaci stejnosměrného proudu Thomase Alvy Edisona, jako relativně bezpečnějšího v porovnání se střídavým proudem užívaným Nikolou Teslou. (2)

Vzhledem k riziku zástavy oběhu po kontaktu s elektrickým proudem bylo potřebné vyvinout způsob, který by předešel změně klinické smrti ve smrt biologickou, tedy

kardiopulmonální resuscitaci. Různé snahy o záchranu jsou naznačeny v objevech prehistorických a nejstarší dokumenty pocházejí ze starého Egypta 4000 let př.n.l. Jednalo se především o reflexní podněty, ale blíže současným postupům je zmínka o bohyni Isis, která dýchala do úst manžela. Také v Bibli a Pentateuchu se nacházejí informace o dýchání z úst do úst, jako například, když Bůh stvořil Adama a vdech mu vzduch do jeho chřípí. Podobný postup je popisován, při Eliseově záchraně dítěte. Během historického vývoje bylo užíváno pro odvrácení smrti také bičování, ohřívání těla, nebo foukání tabákového dýmu do konečníku. Okolo roku 1500 byl, ač poměrně neefektivně, používán dmýchací měch, ale na základě důkazu Leroye d'Etiollese (1829) o riziku poškození plic byl tento způsob zavržen. Pozdější způsoby směřující především k umělé ventilaci bylo válení po sudu a natřásání na koni. V roce 1858 Henry Robert Silvester popisoval metodu umělého dýchání pomocí vzpažení a upažení. Podobnou metodu uváděl Holger Nielsen, kdy ale pacient ležel na břiše. Základem současných postupů je výsledek práce Petera Safara z konce padesátých a začátku šedesátých let 20. století. (3) (4) (5)

3.2 Zařazení do systematiky

Poranění elektrickým proudem je řazeno mezi termická traumata. Spolu s elektrotraumatem do této kategorie spadají také zranění způsobená teplem, chladem, chemikáliemi a ionizujícím zářením. Zranění vzniklá teplem můžeme ještě rozdělit na opaření a popálení. (6)

Spojitosť elektrotraumatu s jinými úrazy patřícími mezi termická poranění je především vznik popálenin. Popáleniny vznikají hlavně na místě vstupu a výstupu elektrického proudu. Vlastnosti popálenin závisí primárně na napětí, kdy s vyšším napětím vzniká vyšší teplota. Hloubka takového poškození se odvíjí od odporu tkáně. (6)

Základním dělením elektrotraumat je dělení mezi úrazy nízkým napětím, tedy do 1000 voltů, a na úrazy vysokým napětím, nad 1000 voltů. Elektrická energie způsobuje různé druhy poškození podle „složky a formy energie“, která se na poškození podílela. Prvním je přímé působení proudu, kdy vzniká poškození kůže, podkoží, cév a ischemie. Nejvýznamnějším, při těchto úrazech, je přeměna elektrické energie na tepelnou, a to i

v hlubokých strukturách těla. Druhou kategorií jsou výboje, tedy elektrický proud vedený v plynu. Výboj může být ve formě jiskry nebo blesku, případně jako elektrický oblouk. Elektrický oblouk je výboj, který vzniká v ionizovaném plynu o vysoké teplotě 3000-6000 °C a může způsobit popálení pacienta i bez průchodu proudu skrz tělo. Výboj ve formě blesku má napětí několika milionu voltů a ohřeje vzduch až na 30 000 K a způsobí buď povrchové popálení bez průchodu elektrické energie, nebo lokální léze. Formou elektrotraumatu je i sekundární popálení od vzníceného oděvu. (1)

3.3 Působení elektrického proudu na člověka

3.3.1 Elektrický proud

Usměrněný pohyb elektronů a iontů o určitém náboji je základem elektrického proudu. Tento pohyb probíhá ve vodičích, kdy obecně nejlepšími vodiči jsou kovy následované tekutinami (elektrolyty) a ionizovanými plyny, případně popsáný pohyb probíhá i ve vakuu. (7) (8)

Elektrický proud můžeme rozdělit na stejnosměrný a střídavý. Stejnosměrným proudem nazýváme proud, kde nabitě částice ve vodiči směřují stále stejným směrem, naproti tomu u střídavého proudu tyto částice periodicky mění svůj směr. Jestliže lze průběh této změny popsat funkcí sinus jedná se o proud harmonický. Vzhledem k předchozímu je působení dáno mimo jiné frekvencí tedy počtem period za sekundu (7)

3.3.2 Elektrické vlastnosti tkáně

Vlastnosti tkáně můžeme rozdělit na pasivní a aktivní. Ve vztahu k elektrotraumatu jsou významné pouze pasivní vlastnosti. Jedná se o situace, kdy na organismus působí vnější zdroj elektrického proudu. (7)

Lidské tělo představuje vodič složený z různých částic, které mají různorodé elektrické vlastnosti. V rámci průchodu elektrického proudu tkání hodnotíme měrnou elektrickou vodivost. Výrazný rozdíl v této hodnotě můžeme nalézt u tekutin vně i uvnitř buněk v porovnání s buněčnými membránami, které vykazují hodnotu výrazně nižší. Faktor, jež určuje cestu průchodu proudu je elektrický odpor. Důležitý je zejména, protože cesta

průchodu proudu je vždy cestou nejmenšího odporu. Neopomenutelným faktorem je také vznik dipólů při průchodu proudu, kdy dochází k posunu elementárních částic v rámci atomu. (7)

Zmíněný odpor tkáně je hodnota závislá na struktuře a také na jejím funkčním stavu. Při hypoxii se odpor zvyšuje, ale při zástavě životních pochodů se odpor sníží. Mrtvá tkáň má odpor prakticky stejný jako cytoplazma, což je důsledek rozpadu membrán. (7)

Průchod stejnosměrného proudu se odehrává především v elektrolytech, a to zejména v krvi, mozkomíšním moku a svalech. Skrz membrány buněk projde asi jen 2-3 %, podobně nízké množství proudu prochází přes vazivové blány a tuk. (9)

U střídavého proudu se odpor buněčných membrán liší v závislosti na frekvenci, kdy s vyšší frekvencí odpor, přesněji impedance, membrány klesá. Významným působením nízkofrekvenčního proudu je vznik posuvného proudu, který vzniká následkem chování dielektrik. (9)

3.3.3 Účinky elektrického proudu

„Účinky elektrického proudu mohou být obecně dráždivé, tepelné a elektrolytické.“ (7)

Nejdůležitějším účinkem stejnosměrného proudu je elektrolyza. Tepelné účinky pozorujeme jen při vysokých hodnotách proudu a dráždivé při jeho změně. (7)

U Střídavého proudu je vždy významný účinek tepelný. Důležitý je i účinek dráždivý, kdy do 100 Hz stoupá, ale směrem k 10 000 Hz pomalu klesá, až se prakticky vytrácí. Střídavý proud nemá elektrolytický účinek. (9)

3.3.4 Teplo

Teplo způsobující popáleniny při elektrotraumatu vzniká jako přeměna elektrické energie na tepelnou.

Pohyb elektronů a iontů o určitém náboji je základem elektrického proudu. Elektrony a ionty jsou označovány společně jako nosiče náboje a pohybují se v elektromagnetickém poli. Tyto nosiče se dokáží pohybovat relativně pomalu ve vztahu k šíření elektromagnetického pole, které má rychlost světla. V aktivním elektromagnetickém poli se rozpohybují všechny nosiče a míří k opačnému pólu. Při průchodu se srážejí s okolními molekulami a atomy, kterým předávají svou kinetickou energii, jež se přeměňuje na energii tepelnou. Počet srážek závisí na vlastnostech vodiče, tedy na možnosti srazit se s molekulami a atomy, a na proudu elektronů a iontů. Velikost těchto hodnot vyjadřuje Ohmův zákon podle:

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

(U=napětí; I=proud; R=odpor)

Samotná velikost uvolněné energie je závislá na čase. Vztah je vyjádřen podle Joulova zákona:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

(W=uvolněná energie; U=napětí; I=proud; R=odpor; t=čas) (1)

Obecně platí, že poškození kůže odpovídá předané energii. To se promítá i do zásad první pomoci, kde se užívá po úrazu chlazení k odebrání tepelné energie. Důležitým zjištěním bylo, že existuje hraniční hodnota teploty jako stavové veličiny vztažené k teplu, nad kterou u savců dochází k postupnému poškození tkáně. Tato teplota je stanovena na 43-43,5 °C. Kromě teploty je nutné také hodnotit délku expozice. Energie, které jsou buňky v daném místě vystaveny, je také ovlivněna možností odvodu tepla pomocí vody. Jde především o odpaření vody a o odvedení tepla skrz krev. Což znamená, že pokud je zničené kapilární zásobení v popálené oblasti, popálenina déle chladne a její teplota klesne asi na 30°C. (1)

3.3.5 Hodnocení popálenin

Rozsah popálenin hodnotíme v procentech celkového tělesného povrchu. Existují tři metody ke stanovení rozsahu popálenin. První a nejjednoznačnější jsou tabulky Lunda a Browdera, další dva způsoby jsou pro běžné užití praktičtější, a to pravidlo devíti a palmární pravidlo. Pravidlo devíti rozděluje povrch těla na části po 9, respektive 18 procentech, avšak tento způsob je aplikovatelný pouze na dospělého pacienta. Palmární pravidlo udává, že plocha dlaně pacienta je jedním procentem povrchu.

Druhou hodnocenou charakteristikou je hloubka poškozené tkáně. Méně závažnými hodnotíme popáleniny povrchové, tedy stupeň I. a IIa. První stupeň se vyznačuje poškozením epidermis, kdy klinicky je popálené místo zarudlé a bolí. Stupeň druhý je poškozením epidermis a části dermis a jeho symptomem je puchýř. Po spontánním zhojení zůstává jizva jiné barvy než okolí. Jako hluboké popáleniny hodnotíme stupeň IIb. a III. Stupeň II.b stejně jako IIa postihuje epidermis, ale hlavně i dermis, a to i její hluboké struktury. II.b se hojí epitelizací, mohou vznikat i hypertrofické jizvy a v některých případech je nutná chirurgická léčba. Stupeň III. se vyznačuje nekrózou, která představuje zničení kůže v celé tloušťce.

3.4 Účinky

3.4.1 Poškození kůže

Poškození kůže je nejčastějším poškozením při elektrotraumatu. Při traumatu způsobeném nízkým napětím tvoří ohraničené útvary o malé ploše, ale zasahují do velkých hloubek tkáně. Existuje riziko podcenění rozsahu zranění. Rána způsobená vysokým napětím je tvořena bezbolestnou vpadlou plochou žluto-šedé barvy, uprostřed s nekrotickou tkání. Nejčastěji následkem vysokého napětí vznikají větší poškození podkoží než samotné kůže. (10)

3.4.2 Kardiologické účinky

Nízké střídavé napětí je nebezpečné kvůli riziku vyvolání fibrilace komor. Pro srdeční sval, běžně používaná frekvence (50 Hz) proudu, je velmi nebezpečná. Udává se, že

myokard je nejcitlivější na frekvenci mezi 30 až 150 Hz. U stejnosměrného proudu je nejnebezpečnější situací spojenou se srdeční aktivitou asystolie. Dalšími vyskytujícími se poruchami rytmu jsou sinusová tachykardie, blokáda pravého Towarova raménka, AV blok prvního stupně, nespecifické anomálie segmentu ST, prodloužení segmentu QT a komorové extrasystoly. Je možné pozorovat i síňovou fibrilaci. K výskytu poruch rytmu dochází ve 4 až 17 % případů. V pozdních fázích po úraze jsou vzácné. K poruchám srdečního rytmu dochází následkem přímého průchodu srdcem, nebo zprostředkovaně. Přímé poškození je nejčastěji následkem průchodu proudu mezi horní a dolní končetinou, k nepřímému vede průchod proudu mezi horními končetinami. Nepřímé ovlivnění je následek ischemie vyvolané hypotenzí případně spasmem koronární arterie. Dochází tedy k infarktu myokardu, který ale běžně nelze detekovat na EKG. (10) (1) (9)

3.4.3 Respirační

Elektrická energie může poškodit dýchací centrum v centrální nervové soustavě nebo vyvolat tetanické stahy svalů, tedy i dýchacích, kdy nedochází k výměně dýchacích plynů. Následkem takto vyvolané hypoxie dochází k sekundárním kardiálním poruchám, které bez pomoci můžou skončit až asystolií. K poškození dýchací soustavy působením elektrického proudu může dojít na základě tupého nárazu na hrudník po pádu nebo odhození při kontaktu s vysokým napětím. Důsledkem odhození pak je kontuze plic. (10)

3.4.4 Cévní

Nejvíce poškozenou strukturou cévy je tunica media, kde následkem poškození může dojít k aneurysmatu nebo rupturám cévy. Poškození intimy pacienta ohrožuje vznikem trombů. Nejvíce zasažené cévy jsou užší větve nacházejících se ve svalech. Vaskulární poruchy vedou ke vzniku edému případně compartment syndromu. (10)

3.4.5 Neurologické

Poškození nervové soustavy se často liší dle druhu podnětu, jež zranění způsobil. Při zranění bleskem je typické poškození centrální nervové soustavy, naproti tomu při úraze elektrickým proudem ze sítě je běžné poškození periferních nervů. (10)

Nervová tkáň je k elektrickému proudu nejvnímavější vzhledem k nízkému odporu. Některé projevy se manifestují okamžitě jiné s významným zpožděním, a proto by mělo být indikováno opakované neurologické vyšetření. Zničení neuronu je popisováno jako demyelinizace, vakuolizace, reaktivní glióza a nakonec smrt neuronu. Poškození mozku se projeví jako různě dlouhá ztráta vědomí, dechové a pohybové ochrnutí. Mícha bývá poškozena průchodem energie mezi horními anebo horní a dolní končetinou. Poškození míchy se projevuje různě dlouho po úraze a progreduje. U periferních nervů dochází buď k spálení anebo poškození tlakem okolní tkáně. Neuropatie v nepopálené tkáni jsou výsledkem vzdálené polarizace. Dysfunkce autonomního systému se projeví jako pálení a vazomotorické až trofické změny na kůži. Po zasažení vysokým napětím, nebo bleskem se může objevit katarakta. Toto poškození se projeví po různě dlouhé době, někdy až v řádu měsíců, po úraze. (1)

3.4.6 Muskuloskeletální

Poškození svalů a skeletu je běžné u vysokonapěťového zranění. Svaly a kosti jsou často poškozeny přímo teplem, které vzniká na rozhraní svalové tkáně a kosti, kde podkladem je velký odpor kosti. U svalů vzniklé teplo vytvoří koagulační nekrózu na jejímž podkladě se tvoří otoky. Druhý více významný faktor vlivu elektrické energie na sval je vznik elektroporézy. Elektroporéza je vznik pórů (defektů) v buněčné membráně, skrz ně se přesunují ionty a narušují prostředí buňky, která následně odumře. V důsledku poškození svalu dochází k rhabdomyolýze a compartment syndromu. Elektrotrauma poškozuje i kost kde vzniklé teplo ničí periost a tvoří se osteonekróza. K nepřímému poškození vedou tetanické kontrakce svalů při dráždění elektrickým proudem, následkem jsou zlomeniny kostí a dislokace kloubů. (10) (1)

3.4.7 Renální

Ledviny jsou při elektrotraumatu ohrožené selháním na podkladě rhabdomyolýzy. Při rhabdomyolýze se uvolňuje myoglobin, což může vést k poškození tubulů. K poškození ledvin dochází také na základě poklesu renální filtrace při hypovolemii a vazokonstrikci preglomerulárních sfinkterů, nebo pro iontové poruchy v tubulech při zásahu vysokým napětím. (10) (1)

3.4.8 Gastrointestinální

Břišní orgány po průchodu elektrického proudu jsou ohroženy nekrózou, která se manifestuje jako náhlá příhoda břišní. Nekróza může vzniknout pod místem kontaktu na břišní stěně. Při poškození jater se zvyšují jaterní enzymy a například transaminázy se během 24 hodin mohou zvýšit až desetkrát. (1)

3.4.9 Další

Nejčastěji po zasažení bleskem může dojít k perforaci ušního bubínku. Dalším důvodem poškození sluchu je přímý průchod elektrického proudu a krvácení. V případě poškození VIII. hlavového nervu pacient pociťuje tinitus a pocit nerovnováhy. S elektrotraumatem jsou spojeny infekce jako mastoiditidy, meningitidy, mozkový absces a komplikací také může být trombóza žilních splavů. Pacienti po prodělání elektrotraumatu jsou ohroženi mimo jiné i neuropsychickými problémy jako například depresí, kognitivními dysfunkcemi, poruchami pozornosti, úzkostí a chronickou bolestí. (10)

3.5 Prevence a ochrana

Především v pracovním prostředí je snížení rizika úrazu dosaženo dodržováním předpisů. Nezanedbatelná je role ochranných pomůcek, které buď zamezí vzniku úrazu nebo by měly eliminovat závažnost následků. (11)

V pracovním prostředí by měli být pracovníci proškoleni a informováni o rizicích úrazu. Často jsou nebezpečí vystaveni, elektrikáři, jeřábníci a pracovníci rozvodných sítí. U těchto profesí hrozí především úraz vysokým napětím. (12)

Prevence úrazu elektrickým proudem je do velké míry cílena na děti, respektive jejich rodiče. U nejmenších dětí hraje významnou roli dohled nad dítětem, ale také pomůcky jako jsou záslepky do zásuvek. Nevhodné je také nechávat zapojené kabely, ke kterým není připojeno žádné zařízení a nechávat dítě samotné v blízkosti starých potenciálně nebezpečných spotřebičů. Riziková může být manipulace s elektrickým zařízením v blízkosti dítěte, které je koupáno. Od nízkého věku by mělo být dítě varováno před

nebezpečím, které elektrický proud představuje a před nebezpečím pramenícím z lezení na sloupy elektrického vedení. (13)

Existují zařízení a způsoby, které zamezují v různé míře vzniku úrazu elektrickým proudem. Může jít o zamezení styku s vodičem (např. izolací, polohou), omezení na bezpečnější hodnoty napětí, proudu a náboje, nebo řízení potenciálu. Významným bezpečnostním prvkem je způsob uzemnění anebo použití elektrického oddělení (oddělovacím transformátorem). Aktivním způsobem ochrany je automatické odpojení od zdroje, které zkracuje dobu průchodu elektrického proudu skrz organismus (proudový chránič). (14)

3.6 Laická první pomoc

V rámci laické první pomoci je důležité, jak působí elektrický proud na organismus. Prvním faktorem je vliv na nervou soustavu, kdy při průchodu elektrického proudu tělem dochází k dráždění svalů a ke spazmům. Další důsledek elektrického proudu je bezvědomí. Oba předešlé vlivy mohou vést ke zranění při kontaktu s okolními předměty anebo ke zlomeninám na základě mechanického přetížení. Dále elektrický proud narušuje srdeční rytmus případně působit až zástavu oběhu. (15)

Před započítím jakýchkoli úkonů je důležité zajistit vlastní bezpečnost, nejčastěji vypnutím zdroje elektrické energie, nebo odstranění spojení s tělem pomocí nevodivého předmětu. Po základním zhodnocení situace, kdy je hodnocen stav vědomí a dýchání, by měla být přivolána profesionální pomoc (155). Vědomí zjišťujeme oslovením a hmatovým podnětem (zatřesení), dýchání vyhodnotíme pohledem na hrudník, kdy sledujeme jeho pohyb. (15) (16)

Pokud se hrudník nezvedá je nutné zahájit kardiopulmonální resuscitaci. Resuscitace je prováděna třiceti stlačeními hrudníku do hloubky 5-6 centimetrů následovanými dvěma umělými vdechy. Stlačení hrudníku provádíme s frekvencí 100-120 za sekundu. (17)

Pokud pacient dýchá po zajištění profesionální pomoci řešíme lokální poranění, především popáleniny. Nejdříve odstraníme z poraněného místa oděv a obuv, pouze pokud oblečení pevně obepíná tělo se jej nesnažíme odstranit. Z těla pacienta také sejmem ozdobu. Popálenou plochu chladíme čistou vodou (15-25 °C) maximálně na ploše 5 %. Předcházíme tak podchlazení pacienta. Poraněné plochy kryjeme ideálně sterilním materiálem. V zásadě nedáváme zraněnému jíst ani pít. (15) (16)

3.7 Anamnéza

U pacientů s elektrotraumatem může být problém odebrat anamnézu. Překážkou může být rozsah zranění, případně zmatený pacient. Pacienta může být v bezvědomí, kdy také nelze očekávat komunikaci. Zdrojem informací mohou být osoby v okolí pacienta. (10)

Nejdůležitější okolností úrazu je zdroj elektrického proudu, napětí, kterým byl pacient zasažen, doba kontaktu, v případě zástavy dýchání a oběhu, zda probíhala resuscitace a prostředí, ve kterém se úraz stal. Velikost napětí může být nejspolehlivější podle zdroje. Některé domácí spotřebiče (na 230 V) obsahují kondenzátory produkující vysoké napětí. Z běžnějších informací by měl být důraz kladen na kardiovaskulární onemocnění, léky, alergie a očkování na tetanus. (10)

Pro další zajištění pacienta je vhodné zjistit dobu od posledního jídla. (16)

3.8 Přednemocniční péče

3.8.1 Zajistit bezpečnost

Primárně je důležité zabránit dalšímu poškození, a to přerušением průchodu elektrického proudu zasaženou osobou. Přerušением zajistíme zrušením kontaktu s elektrickým zařízením nebo vypnutím zařízení. Během záchrany je důležité dbát také na vlastní ochranu. Zachránce je ohrožen především elektrickým proudem, ale také může být vystaven požáru. (6)

Nebezpečným fenoménem je krokové napětí. Krokové napětí vzniká jak u zásahu bleskem, tak v případech, kdy se vodič, typicky vysokého napětí, dotýká země. Krokové napětí ohrožuje organismus ve chvíli, kdy naše tělo propojuje dva body různě vzdálené od místa kde leží vodič nebo, které zasáhl blesk. Proto je nutné se na takovém místě přesunovat v krátkých krocích a nejbezpečnějším řešením je mít nohy u sebe. (18)

3.8.2 Kardiopulmonální resuscitace

Po zajištění přístupu k pacientovi je nutné posoudit primárně vliv na základní životní funkce, respektive na oběh. V případě negativního nálezu zahájit kardiopulmonální resuscitaci (KPR). V případě neúspěchu KPR a nemožnosti ověřit fibrilaci komor, defibrilovat na slepo. KPR je vhodné provádět i během transportu pacienta, důvodem pro ukončení je vznik známek jisté smrti. (6)

Je nutné zajistit oxygenaci a ventilaci. Cílový stav saturace je 94-98 %. Pokud je to nutné pacienta intubujeme. Při poškození dutiny ústní je pacient ohrožen otokem, což je důvod k časně intubaci. Pokud intubace není možná volíme koniopunkci (konitomii). (19)

V případě zachování oběhu a dýchání provádíme celkové vyšetření pacienta. Postupujeme podle symptomů.

3.8.3 Intravenózní vstup

Základem je zajištění jednoho žilního vstupu do periferie. Běžnou alternativou je zajištění intraoseálního vstupu. V případě neúspěchu zajistit v nejbližším vhodném zařízení. (16)

Při předpokladu náročného zajištění intravenózního vstupu (děti 0 – 3 roky) může být vhodné podat léky intramuskulárně nebo intranasálně a ošetřit pacienta bez zajištěného žilního vstupu. Podmínkou je předání pacienta do popáleninového centra do 45 minut od prvního kontaktu. (16)

3.8.4 Infuzní terapie a medikace

„Každá formule je pouze počáteční orientační pomůcka.“ (1) Obecně je kladen důraz na kvalitní resuscitaci tekutinami. Relativně přesné a neměnné jsou směrnice k popáleninám, avšak elektrotrauma se zásadně liší v hloubce tepelných poškození.

Zahraniční literatura uvádí jako začátek řešení popálenin a hypotenze v rámci elektrotraumatu podat 10–20 ml/kg NaCl nebo Hartmannův roztok. Aktuálně platné doporučené postupy uvádí zahajovací hodnotu rychlosti podání podle vzorce $10 \times \%TBSA = ml/h$ při maximální dávce 500 ml/h. Ostatní metody jsou vypočítávány na základě diurézy a vztahují se k delším časovým obdobím, než je obvykle délka přednemocniční péče. Za účelem měření diurézy je však vhodné zajistit katetrizaci močového měchýře. Specifickým případem je katetrizace, kdy pacient má popálené plochy v oblasti genitálu, kdy je z důvodů předcházení infekce katetrizovat močový měchýř lepší až ve zdravotnickém zařízení. (1) (10) (19)

Je vhodné podat 100 IU/kg heparinu. Heparin se nepodává v případě polytraumatu, tedy většinou při vysokonapěťových zraněních.

3.8.5 Krytí a fixace

Zásadním krokem je sterilní krytí popálených ploch. Běžně používané jsou pohotovostní obvazy nebo podušky. (1)

Variantou krytí je také krytí pomocí impregnovaných želatinózních hmot na roušce (water jel). Výhoda takové roušky je v chlazení popálené plochy a zároveň bezpečnosti aplikace. Hmota na roušce je netoxická a nezpůsobuje zažívací potíže, a proto je možné s ní krýt jakékoli místo včetně očí a používat ji pro pacienty v jakémkoliv věku. Chladicí vlastnosti roušky jsou však zároveň rizikem vzhledem k nebezpečí podchlazení. Vhodné použití je na popáleniny obličeje, krku a rukou. Druhou možností chlazení popálených míst je použití sterilních roztoků o minimální teplotě 8 °C. Současné doporučení vymezují použití chlazení pouze na dospělé pacienty a podmínkou je stabilizace stavu. (16) (1)

V případě nedostupnosti vhodnějšího materiálu pro krytí ran lze alternativně užít roušky, prostěradla, ubrus nebo ručník (vyvařené a přežehlené). (1)

V přednemocniční péči je krytí zábranou proti znečištění a brání bolesti způsobené proudícím vzduchem. V rámci udržení čisté rány je zásadní omezit manipulaci s popálenými plochami. Intenzivní ošetřování ploch je nevhodné a nesprávné mimo péči specialisty. (1)

Při elektrotraumatu můžeme předpokládat poškození skeletu, a proto bychom měli zajistit fixaci, především krční páteře. (20)

3.9 Triage a směřování

Základním úkonem je zhodnocení stavu pacienta, je podkladem pro rozhodnutí o směřování pacienta. Obecně u termických postižení se rozhodujeme podle rozsahu a hloubky popálenin, věku pacienta a lokalizace zranění. Pokud pacient nespadá do kritérií pro přijetí do popáleninového centra.

U dospělých pacientů je indikací k převozu do popáleninového centra rozsah popálenin II. stupně větší než 20 %, nebo III. stupně větší než 5 % povrchu těla. U seniorů nad 65 let stačí již u druhého stupně překročí-li rozsah plochy 10 %.

Děti rozlišujeme na více kategorií podle věku. V kategorii 0–3 roky se u popálenin II. stupně jedná o rozsah pěti procent povrchu těla a v případě kategorie IIb je vždy nutné zajistit převoz do popáleninového centra. U dětí od 3 do 10 let je indikací rozsah 10 % u kategorie II. a vždy u kategorie IIb. Od 10 do 15 let to u druhého stupně 15 % povrchu těla a jakýkoli rozsah u popálenin IIb. Nejstarší děti do 18 let mají hranici stanovenou na 20 % v případě II. stupně a při IIb nezáleží na rozsahu.

Popáleniny II. stupně lokalizované na obličeji, krku, ruce, noze nebo genitálu by měli být také směřováni do popáleninového centra. Do popáleninového centra by měli být směřováni také pacienti s úrazem vysokým napětím, ale až po řešení případných vnitřních krvácení ve spádovém traumacentru.

Ideální čas pro předání pacienta do popáleninového centra je 90 minut od prvního kontaktu s pacientem. Předání maximálně do 4–6 hodin od vzniku úrazu je významným přínosem. Jak bylo uvedeno dříve, pokud je dojezd a předání v popáleném centru možné do 45 minut, je možnost upřednostnit transport před zajištěním vstupu do žíly.

3.10 Příjem pacienta

Pokud přetrvává zástava pokračujeme v resuscitaci. Předcházíme obstrukci dýchacích cest. Často je úraz elektrickým proudem, především vysokonapěťový, hodnocen jako polytrauma a na základě toho postupujeme podle trauma protokolu (ATLS). V rámci traumatu můžeme očekávat poranění vnitřních orgánů, peritonitidu, pneumotorax a zlomeniny pánve. (12) (1)

Pokud pacient nemá zavedeme močový katetr. V případě potřeby se provádí fasciotomie a pokud nebylo možné při předchozím ošetření odstranit obepínající předměty (např.: prsteny) měly by se sejmut z těla pacienta. Pacient by měl být očkovan proti tetanu. Těhotné pacientky by měli být vyšetřeny odborníkem, v druhé polovině těhotenství je vhodná monitorace plodu. (12)

Pacienta je možné propustit, pokud nemá zástavu oběhu, poruchu vědomí, hypoxii, změny a dysrytmie na EKG, významné popáleniny a traumata. Při kontaktu s elektrickým proudem je nutné interní vyšetření včetně EKG, u elektrotraumatu tedy vždy kromě ožehu elektrickým obloukem. (12) (1)

3.11 Specifika podle zdroje energie

3.11.1 Úraz elektrickým proudem

Až 80 % úrazů elektrickým proudem je zapříčiněno **nízkým napětím** do 1000 V. Vzhledem k běžnému využití tohoto druhu energie jsou zraněnými jak dospělí, tak i děti, a to včetně nejmenších. Nejčastěji jsou poraněny prsty rukou, dlaně a u věkové skupiny 1 až 2 roky rty. Samotné popálené místo nebývá rozsáhlé. Nejvýznamnějším poškozením bývají arytmie vyvolané střídavým proudem a poruchy vnitřního prostředí nejčastěji

v případě stejnosměrného proudu. Obvyklou poruchou rytmu je fibrilace komor. (1) (21) (22)

V případě úrazu nízkým napětím je nejvýznamnější monitorace srdce a léčba poruch rytmu. Významné mohou být poruchy vědomí a vnitřního prostředí. Pro ochranu proti trombům se podává heparin. (1)

V případě úrazu **vysokým napětím** je časté zastoupení stejnosměrného napětí. Obecně k takovým zraněním dochází méně, naproti tomu je však častěji tento úraz smrtelný. Úraz vysokým napětím je charakteristický rozsáhlými popáleninami, poraněním vnitřních orgánů a mechanickými poraněními (21)

Důležitou částí ošetření úrazu vysokým napětím je vyloučení polytraumatu a fraktur. U rozsáhlých popálenin, běžných u vysokonapěťových úrazů, musíme myslet na popáleninový šok. Šoku předcházíme adekvátním doplněním tekutin. (6)

3.11.2 Úraz bleskem

Úraz bleskem je doprovázen tlakovou vlnou, která je důsledkem teploty plazmatu. Blesk je také následován silným zvukem. Krokové napětí není bezpodmínečně spojeno jen s bleskem, ale právě zde je velmi časté. (6)

Přímý zásah je často spojen se smrtí, nebo alespoň s velmi vážným poraněním. Faktory, které napomáhají snížení následků zranění i přes obrovskou energii blesku je krátký čas působení a případný „flash-over efekt“, tedy průchod většiny energie po povrchu těla.

Pacient po zásahu bleskem je typicky v kómatu, nebo dezorientován a ohrožen edémem mozku. Častá je také katarakta. Typické obrazy EKG je elevace ST-segmentu a inverze vlny T. (6)

3.12 Popáleninový šok

Popáleninový šok má největší význam u zranění vysokým napětím. Jedná se o poruchu oběhu a mikrocirkulace. Jeho významným projevem je hypovolemie a tvorba edémů.

V důsledku dochází k nedostatečnému zásobování a odvodů metabolitů z tkání a následnému narušení orgánů zajišťující homeostázu organismu. (1)

3.12.1 Patofyziologie šoku

Pacient s rozsáhlými popáleninami je ohrožen popáleninovým šokem. „*Popáleninový šok je komplexní proces oběhové a mikrocirkulační poruchy.*“ (1)

Při šoku dochází k mnoha procesům a dějům, prvním z nich je deenergizace buněk jejímž důsledkem je apoptóza. Nastává také soubor dějů nazývaný aktivace endoteliálních buněk, což obsahuje zvýšení permeability, hyperkoagulabilitu a diapedézu leukocytů. Výsledkem je porušení mikrocirkulace. V srdci se tvoří bílkoviny tepelného šoku, které zajišťují denaturalizaci denaturovaných bílkovin, jedná se tedy o protektivní reakci. Srdce zároveň reaguje také negativně, produkcí cytokinů: faktor nekrotizující nádory. Na základě stresu se zvyšuje adrenokortikotropní hormon a katecholaminy, což vede k poruchám cévního tonu. Jedná se buď o přímé působení v systémovém oběhu pomocí sympatického nervstva a katecholaminů, nebo v tkáňovém oběhu skrz mediátory. Jedním z mediátorů je histamin, který zvyšuje permeabilitu kapilár a podílí se na vzniku kolaterálního edému i hypotenzi. Serotonin vyvolává buď vazokonstrikci ve větším množství, nebo vazodilataci v menším. Mezi mediátory jsou také kininy, kdy nejznámějším je bradykinin. Bradykinin stejně jako histamin způsobuje zvýšenou permeabilitu kapilár, ale působí déle. Prostaglandiny jsou také mediátory, mezi něž patří PGE₂, zvyšující permeabilitu a s vazodilatačním účinkem, a také PGF₂, který tvoří vazokonstrikci. Hemokoagulační faktory způsobují diseminované intravaskulární koagulopatii. Kardiodepresivní faktor je mediátor s negativním ionotropním účinkem na myokard. Mezi mediátory řadíme také interleukin 1. Interleukin 1 je odpovědný za metabolické reakce končící v katabolismu. (1)

Metabolické změny při popáleninovém šoku jsou důsledkem tkáňové hypoxie. Při popáleninovém šoku je významné vyplavení adrenalinu, který mobilizuje energetické zásoby. Nastane tedy především odbourávání glykogenu a stoupne glykémie, kdy zároveň je štěpen triacylglycerol. Nastává mimo jiné sekrece kortizolu, jež umožňuje vznik glukózy ze svalových bílkovin. Na základě zvýšené sekrece glukózy se začne tvořit i inzulín, ale

přesto vzniká hyperglykemie a může dojít i k inzulinové rezistenci především svalových buněk. Při šoku je však základním problémem nedostatek kyslíku, kdy nelze pomocí aerobní fosforylace tvořit ATP a vzniká energetická krize organismu. Výsledkem anaerobních procesů je metabolická acidóza. Poruchy metabolismu sacharidů a lipidů způsobují proteolýzu kosterního svalstva. Problém se zpracováním živin vede k odbourávání aminokyselin, kdy vychází negativní dusíková bilance. (1)

3.12.2 Biochemické projevy šoku

Při rozvoji šoku dochází k zástavě mikrocirkulace a intersticiem se v první chvíli chová jako pufr a oddaluje se poškození funkce centrálních orgánů, ale zároveň nelze biochemicky zjistit míru poškození. Nejdůležitější je sledovat vnitřní prostředí tedy acidobazickou rovnováhu, tlak krevních plynů, koncentraci kalia, chloridů, výdeje vody, iontů, dusíku a energie. (1)

Acidobazická rovnováha se během šoku mění, a proto by mělo být prováděno opakovaně. Nejprve se pH sníží a dochází k metabolické acidóze, kterou se organismus snaží kompenzovat hyperventilací. V případě respirační insuficience vzniká respirační acidóza a pH dále klesá, $p\text{CO}_2$ stoupá, $p\text{O}_2$ klesá. Jediný relevantní výsledek zjistíme z arteriální krve. Acidóza se ještě prohloubí po narušení ledvin. (1)

S vyšetřením acidobazické rovnováhy by měli být vyšetřeny i ionty séra běžně u dospělých jednou až dvakrát denně a u dětí dvakrát až čtyřikrát denně. Na základě poruchy sodno-draselné pumpy se mění hladina natria velmi rozdílné, v případě hyponatremie dochází k edému mozku a při hypernatremii stoupá osmolalita. Kalium se z buněk, kde je ho největší množství, vyplavuje do extracelulárního prostoru. Jeho ztráty močí stoupají s hladinou aldosteronu a v séru je množství závislé na pH, kdy s poklesem kalium stoupá. Během popáleninového traumatu vznikne nejdříve hyperkalemie která klesá do hypokalemie. (1)

Výdej vody měříme primárně z množství moči ze vstupů jako například žaludeční sondy. Problémem jsou neměřitelné ztráty, kdy k odhadu slouží pravidelné vážení a výpočty. Ztráty dusíku je možné odhadnout. U zdravého člověka je výdej močovinou 80

%, ale u popálených klesá k 50 %. Z biochemických vyšetření lze také zjistit spotřebu energie. Lze ji měřit jako rozdíl kyslíku a oxidu uhličitého ve vdechované a vydechované směsi vztažené k hodnotám minutové ventilace, nebo jako rozdíl těchto plynů v krvi tepen a žil. Denně bychom měli zjišťovat množství bílkovin. Zjišťujeme celkové množství a samostatně albumin. Poslední z důležitých vyšetření jsou glykemie a glykosurie, jež jsou během času proměnlivé, ale v počátku hodnoty bývají zvýšené. (1)

3.12.3 Tekutinová resuscitace

Tekutinová resuscitace je základním řešením popáleninového šoku. Základním údajem, kterým se řídí je diuréza. Jako ideální diuréza se uvádí 0,5-1,0 ml/kg/h, v případě úrazu by měla být diuréza na horní hranici tedy 1,0 ml/kg/h. Jako sekundární cíle hodnotíme z laktátu, acidobazické rovnováhy a hemoglobinu. Vhodnými indikátory stavu pacienta je střední arteriální tlak a centrální žilní tlak. (23)

Podávání tekutin zabraňuje rozvoji šoku, a především brání akutnímu renálnímu selhání, ale zároveň nadměrné podávání tekutin zhoršuje stav pacienta. Nadměrný přívod tekutin způsobuje kompartmentový syndrom, plicní nebo mozkový edém, riziko infekčních komplikací, ARDS a anasarku. (23)

Při podávání tekutin u klasických popálenin existují vzorce pro množství. Pro dospělé se užívá buď to Brookovy modifikované formule ($ml = 3 \times kg \times \%TBSA$) nebo Parklandovy formuli ($ml = 4 \times kg \times \%TBSA$). U dětí se musí zhodnotit věk, kdy do 3 let ($2 \times \%TBSA \times kg + \text{fyziologická denní potřeba tekutin} = 140 - (\text{věk} \times \%) \times kg$) je postup jiný než po třetím roce ($75 \times \%TBSA \times \text{povrch } m^2 + 1800 \times \text{povrch } m^2$). Všechny systémy jsou platné pro 24 hodin, kdy 50% dávky by měl pacient dostat v prvních 8 hodinách. Vhodnějším přístupem je postup podle formule Mount Vernon Hospital, kde se užívá schéma po čtyřech hodinách, kdy v praxi se vypočítá jen první dávka ($\frac{\%TBSA \times kg}{2} = ml$). Dávka je vypočítaná na dobu od úrazu, tedy pokud je terapie zahájena hodinu od úrazu jedná se o dávku na tři hodiny. Postup v čtyřhodinových intervalech nutí kontrolovat a ideálně přizpůsobit léčbu, odezvě pacienta. (1)

U popálenin elektrickým proudem se často využívá parklandovy formule, a i přes větší objem oproti brookově je nutné reálně podávat objemy vyšší. Vyšší objem souvisí také s častou komplikací elektrotraumatu a to rhabdomyolízou, kdy objem zabraňuje poškození ledvin. (23)

Rhabdomyolíza je charakterizována jako uvolňování intracelulární složky myocytů do krevního oběhu. Dochází tedy i k vyplavení myoglobinu a ten při vyšších hladinách způsobí renální selhání na základě intrarenální vazokonstrikce, která se prohlubuje při acidóze. Důsledkem rozpadu myocytů je ztmavnutí moči a moč je popisována jako tekutina barvy čaje. Pokud barvivo není odvedeno během prvních hodin resuscitace podává se manitol a k alkalizaci moči slouží hydrogen uhličitán sodný, i přesto že efekt podání těchto látek není výrazně ověřen. V případě oligurie i při dostatečné přísunu roztoků je indikován furosemid, který ale nemá zásadní vliv na vyplavení myoglobinu. V případě poškození funkce ledvin je indikována dialýza. (23)

Nejpoužívanějšími roztoky při tekutinové resuscitaci jsou krystaloidy, kde důležitým faktorem je cena. Nejvhodnějším krystaloidem Ringer-lactát pro neutrální pH. Studie uvádí také možnost užití Ringer-acetátu. Použití hypertonických roztoků je omezeno nutností správné funkce ledvin, a proto je v principu nevhodný u dětí a gerontů kde hrozí hypoosmolární stav, a i u ostatních skupin se musí biochemické monitorování provádět po hodině. Koloidní roztoky můžeme rozdělit na proteinové neproteinové. Proteinové roztoky jsou výhodné pro snížení potřeby tekutin, redukci edému nepopálených tkání, kardiovaskulární stabilitu a obsah koagulačních faktorů. Na jejich užití není jednotný názor. Obecně se uvádí, že albumin v koloidu podporuje edém, a proto se častěji v prvních 8-12 hodinách volí krystaloid. Z proteinových koloidů se užívá čerstvé plazmy. Neproteinové koloidy se projevují jako volume expandery a omezují otok v nepopálené tkáni, ale z podstaty nedisponují hemokoagulačními faktory. Příkladem takového koloidu jsou dextransy. Využívá se i kombinací koloidů a krystaloidů. (1) (24)

3.13 Léčba popálených ploch

Hojení velkých popálených ploch je pro pacienta velice stresující a dochází k hypermetabolismu. Opakované chirurgické zákroky vedou k vysilování organismu a

pacient je ohrožen vysílením v podobě mnohačetného orgánového selhání. Pokud takové selhání nereaguje na léčbu je doporučováno DNR (ne resuscitovat). (1)

Popáleniny jsou velmi různorodou skupinou ran kdy jedním ze základních kritérií je hloubka poškození. Pokud se jedná o částečnou ztrátu kůže, rána se zacelí spontánně epitelizací a ošetření primárně spočívá pouze v ochraně před infekcí. Částečná ztráta se však ještě dělí druhotně na povrchní, kdy hojení probíhá bez jizev a hlubokou, kde vznikají hypertrofické jizvy. V případě úplné ztráty kůže, není z čeho by se epitel tvořil a místo něj vzniká granulační tkáň. K epitelizaci dochází z okrajů rány přerůstáním granulační tkáně. Pokud je epitel pod úrovní hypertrofické granulace, nebo jsou okraje příliš vzdáleny, rána není schopna takto zarůst. V případě takové rány se pod vrstvou prokrvené granulační tkáně objevuje vazivo, které se smršťuje a dochází k znetvořujícím deformacím. (1)

U pacienta může dojít k prohloubení poškození tkáně. Dochází k němu z celkových nebo lokálních příčin. Mezi celkové řadíme hypoxii, ischemii, vazokonstrikci, gramnegativní sepsi s mikrotrombózou a metabolické choroby. Místní příčiny jsou vysychání kolaterální edém, cirkulární hluboké postižení a místní grampozitivní infekce. (1)

Základem celého ošetřování popálených ploch stále zůstává řešení bakteriální infekce. Plocha popáleniny je ideální pro množení mikroorganismů a prakticky vždy kontaminovaná. Z části si s mikroorganismy poradí organismus sám, ale pokud dojde k zvýšení virulence, nebo snížení odolnosti pacienta nastávají změny. Po úraze je rána sterilní, již při první pomoci, z rukou a nesterilních roušek, může dojít k přenosu mikroorganismů a do 48 hodin dojde k přenosu z okolí rány a jiných zdrojů pacienta. V průběhu ošetřování je častý přenos z vedlejšího pacienta tzv. cross infection. (1)

3.13.1 Metody lokální péče

V rámci hojení ran způsobených teplem existuje mnoho způsobů a přístupů, které se hodí v různých stádiích. Máme tři základní metody lokální péče o popálenou plochu a to otevřenou, polootevřenou a zavřenou. Metody užíváme především podle fáze hojení rány (1)

Otevřená metoda je nejstarší a nejpřímočařejší řešení. Rána je ponechána volně bez krytí a pokrývá ji exsudát, který zaschne a vytvoří příškvár, popřípadě s escharou. Příškvár ránu chrání, ale rána je vystavena riziku infekce, a proto vyžaduje ošetřování zkušeným personálem a sterilní stlaní postele. Výhoda metody je přehled nad infekcí, kterou z části zpomaluje suchý stav rány za cenu prohloubení poškození. Nevýhodou je únik tekutin evaporací a ztráty tepla z takto odkryté rány. Infekci by se mělo předcházet izolací v aseptickém prostředí. Metoda je vhodná při zranění obličeje, perinea, ojedinělých postiženích trupu, pro obvazování členitých plochách, nebo při cirkulárním postižení. Vhodná jsou vzdušná nebo antidekubitální lůžka. (1)

Polootevřená metoda je metoda krytí, kdy je užito antibakteriálních krémů, nebo jiných místních antibakteriálních prostředků. Krém může i nemusí být kryt obvazem. Ránu je doporučeno čistit jednou až dvakrát denně. Výhodou je, že je možné udržet téměř čistou ránu, až do provedení nefrektomie a je to vhodný způsob v případě rozsáhlých ran. Metoda vyžaduje více zkušených členů ošetřovatelského personálu, nebo ošetřování musí zajistit lékařský tým. (1)

Zavřená metoda je způsob krytí, při kterém obvaz izoluje proti vnější infekci, nese antibakteriální prostředky a odsává exsudát z rány. Jedná se o mnohvrstevnatý obvaz, který se mění po 3-4 dnech, ale je nutné krytí kontrolovat každý den, zda neprosakuje. K zabránění přilnutí savé vrstvy k ráně je užíván mastný tyl. Pro omezení evaporace je nutná nepropustná vrstva, která se přidává navrch. Nepropustná vrstva však způsobí prosáknutí obvazu, kde se mohou množit mikroorganismy. Přidání nepropustné vrstvy je vhodné pro transport, kde je zajištěno oddělení od povrchů vozidla. (1)

3.13.2 Druhy krytí

Krycí materiály rozlišujeme na syntetické a biologické kryty. Syntetické materiály rozlišuje podle struktury a biologické kryty dělíme podle zdroje materiálu. (1)

Prvním syntetickým materiálem je film, což je materiál s velmi nízkou propustností pro plyny včetně vodní páry a hromadí se pod ním exsudát. Filmy jsou silikonové a plastové membrány polyvinylchloridy a polyuretan (Op-site). Dalším typem jsou gely,

tedy nerozpustné polymerní struktury bobtnající ve vodném prostředí. Typicky jsou špatně prostupné pro kyslík a oxid uhličitý, ale prostupný pro páru. Mezi tyto materiály patří HEMA, Omiderm, Aquagel nebo Veloderm. Krycím materiálem jsou také pěny. Pěny velmi váží vodu, a tak jsou neprostupné pro páru. Pokud nejsou prosáklé dobře propouštějí kyslík i oxid uhličitý. Zástupcem je polysilaxová pěna Silastic. Také složené lamináty jsou skupinou syntetických krytí. Jedná se o materiál, který má dvě až tři rozdílné složky, kdy vnější zabraňuje vypařování a vnitřní, která přilne k ráně. Existuje více druhů s různými vlastnostmi. Biosyntetické kryty jsou nejvhodnější u popálenin IIa i IIb, tedy u částečných ztrát kůže. Biosyntetické materiály mají strukturu umožňující funkce, jako možnost sledovat přilnutí (Biobrane). Poslední skupinou jsou polysyntetické kryty, kdy kryt imituje kůži. (1)

Biologický kryt je materiál, který rychle přilne k ráně a podporuje hojení, kdy pod ním v lůzu je fyziologické prostředí. Slouží k přípravě lůžka pro přijetí autotransplantátu a zlepšuje reepitelizaci menších poranění. Nejlepším biologickým krytem je lidská kůže (alotransplantát). Lidská kůže může být ze živých dárců, běžně od blízkých příbuzných, nebo od kadaverů. Další možností je užití xenotransplantátů tedy materiál z prasečí kůže. Obě varianty krytů jsou výhodné z důvodů zabránění dehydratace tkáně, evaporaci, snižují ztrát bílkovin a hromadění exsudátu. Poměrně levným a dostupným typem jsou plodové blány. Amnion je však prostupný pro páru a rychle (za 48 hodin) se rozkládá, a proto se obden mění. Podporuje i nežádoucí fibrózní bujení. Při použití amnionu je výhodné jej ponořit do dusičnanu stříbrného, kdy následně je dosaženo antibakteriálního efektu. (1)

3.13.3 Místní antibakteriální prostředky

Poškození kůže spojená s trombózou a následnou ischemií jsou velmi vhodná prostředí pro pomnožení bakterií. Použití baktericidních a bakteriostatických prostředků má za cíl omezit rozšíření patogenů v takové tkáni a je dosažitelné pouze difuzí z povrchu, vzhledem k nemožnosti dostat do poškozeného místa krev s účinnou látkou. V průběhu péče se bakteriální flóra mění, a proto je nezbytné, v okamžiku zjištění neúčinnosti léčby, ji změnit. Podávání místních antibakteriálních prostředků slouží k prevenci sepse, ale nejsou určeny k ošetřování malých popálení, vzhledem k tvorbě rezistence bakterií.

Běžně se v ranách vyskytují aerobní flóra, výjimkou je právě elektrotrauma, při kterém dochází rozsáhlému poškození svalů a existuje riziko tetanu. Tento druh infekce však řeší běžná imunizace. Riziko kvasinkové a plísňové infekce je malé, ale topické preparáty zvládnou i tento druh nebezpečí. V případě virů používáme přípravky jak místní, tak celkové. (1)

Dlouho používaným přípravkem je Mafenid. Jen ve vysokých koncentracích je látka antibakteriální, ale i při nižších je schopna omezit proliferaci. Při použití je pacient ohrožen acidózou závislou na rychlosti odstranění metabolitů ledvinami. Problém způsobí i omezení funkce pufrů v ledvinách. Pro tyto nebezpečí je nutné monitorovat pacienta biochemicky. Alergie na mafenid jsou poměrně vzácné, zato se vyskytuje pocit pálení a bolesti. Mafenid je nezastupitelný v případě ztrát všech vrstev kůže, pro svůj účinek v celé tloušťce poškození. (1)

Kombinace dusičnanu stříbrného a sulfadiazinu sodného se používá pod názvem Flammazine a Dermazin. Vstřebávání není tak dobré jako u mafenidu, ale lepší než u samotného dusičitanu stříbrného (argentnitratu). Vzhled naneseného krému může mást a tvořit dojem hlubokého poškození a další nebezpečí představuje, že krém má vliv na elektrolytové hospodářství. (1)

Ceriumnitrat a silver-sulfadiazin (flammacerium) je výhodný antibakteriální a antifungální přípravek. Flammacerium je díky poměrně špatnému vstřebávání minimálně toxický. (1)

3.13.4 Ošetřování popálených ploch

U převazování popálených ploch je zásadní rozdíl již v přístupu k nim. Převaz je prováděn v aseptických podmínkách. K obnažené ploše přistupujeme v ústence, čepici a sterilních rukavicích, ideálně i ve sterilním empíru. Převaz může provádět ošetřovatelský tým, ale nezbytné je jeho dostatečné proškolení a počet osob. Druhou možností je, že převaz provádí tým popáleninových chirurgů, běžně s pacientem v celkové anestezii. Převaz je možné provádět na sále, převazovně, ale nikoli na lůžku. Místem pro převaz může být i koupelna, kde však není možné sušit pomůcky a musí být možné v ní zajistit

aseptické podmínky. Indikací k převazu je prosakující obvaz, známky infekce (bolest, pálení, zvýšená teplota a zápach). (1)

Hydroterapie je metoda využívaná od 17. století. V současnosti se preferuje sprchování, s vodou o teplotě 29-31 °C. Slouží k změkčení a odstranění mrtvé tkáně a produktů infekce, a tím podporuje hojení. Výhody hydroterapie je ve snížení bolesti při snímání obvazů, zajištění hygieny pacienta, zajištění mikromasáže transplantátu a jako prevence kontraktur. Kontraindikací hydroterapie jsou náhlé změny fyziologických funkcí a biochemických hodnot, teplota pod 36 a 38,5 °C, nepřihojení transplantátu, nezhojené odběrové místo. Relativní kontraindikací jsou místa s různou mikrobiální florou, kdy je nutné zajistit správný odvod vody. Odebrané obvazy musí skončit v připravené nádobě, nesmějí být pokládány na lůžko, stůl ani do vany. Nezbytná je dezinfekce okolí rány a při mytí měnit mulové čtverce, aby byla infekce co nejvíce redukována. (1) (25) (26)

Mrtvou tkáň odstraňujeme různými způsoby. Prvním způsobem je enzymatický débridement, což je odstranění tkáně pomocí enzymů. V podstatě se jedná o zvětšení působení přirozených procesů. Lze použít kolagenázu, sutilainy (Travesa) a bromelain. Kontraindikováno je použití u hemodynamicky nestabilních pacientů a těhotných, nad velkými cévami, kostmi, ligamenty, v obličeji a na živých tkáních. Použití je nutné kombinovat s kompatibilním antibakteriálním přípravkem, pro potlačení mikrobiální proliferace. Toto řešení je možné pouze na 10 % povrchu těla. Ošetřené plochy se převazují po 4-6 hodinách. (1)

Dalším způsobem débridementu je chemická nekrolýza. Nekrolýza se provádí 40% kyselinou salicylovou a benzoovou v masti od 7. do 10. týdne od úrazu. Nutnost kombinovat tyto přípravky s antibakteriálními je stejně jako u enzymatického způsobu. Pro riziko proliferace infekce je tento způsob volen jen v případech, kdy je kontraindikována anestezie. (1)

3.13.5 Chirurgické řešení

Působením vysoké teploty dochází ke koagulaci a následnému smršťování tkáně. Následkem tohoto poškození může dojít ke kolaterálnímu edému. V případě, že hrozí

utlačení cévy a kompartment syndrom, jsou indikovány uvolňující nářezy. Specifikem elektrotraumatu je, že nářez zasahuje i fascie svalů. Nebezpečí podcenění je při poranění ruky, kde mohou být poškození svalů a šlach v oblasti zápěstí, loktu a ramene bez poškození kůže. (1)

Časná excize je výkon prováděný u popálenin IIb a III. stupně. Ideálně je spojení excize a autotransplantace. Je možné excidovat 15 % povrchu těla, za ideálních podmínek až 40 %. (1)

Tangenciální excize je metoda užívaná pro kategorii IIb. Principem metody je postupné seřezávání vrstev poškozené tkáně. Jiným druhem excize je faciální excize, což je vyříznutí bloku kůže, podkoží, tuku k fascii, nebo včetně ní. Tato technika je typická právě u elektrotraumatu a jiných hlubokých popálenin. (1)

3.13.6 Definitivní krytí

Pokud nelze ránu uzavřít přímou suturou, nebo posunem, je použit autotransplantát, případně izotransplantát. Před samotnou transplantací je nutné odstranit devitalizovanou tkáň. U hlubokých ran je ideální situace k transplantaci třetí den po nekrektomii, kdy se v lůžku tvoří mladá granulační tkáň.

Používají se různě tlusté dermální štěpy. Tloušťka je od 0,2 do 0,4 mm. Štěpy se mohou upravovat a například síťováním kdy je dosaženo pokrytí větší ploch a případné snadné drenáže. Štěpy je možné skladovat při 4 °C až tři týdny, ale po třech dnech jejich kvalita může klesnout.

Odložená transplantace (po 24-48 hodin) se užívá u rozsáhlých traumat. Smyslem je zkrácení doby jednotlivých výkonů v anestezii, nebo nemožnost některých výkonů v celkové anestezii.

Smíšená transplantace je metoda kombinující alo a auto transplantáty. Řeší se jí velká plocha, kde jsou rozprostřeny střídavě alotransplantáty vedle autotransplantátů.

Po transplantaci může být plocha kryta, nebo se nechává obnažena. Podle toho dělíme metody na otevřenou a uzavřenou. Při uzavřené metodě se zabraňuje vysychání a ztrátám tepla pomocí obvazu s ohřátým furantoinem nebo borovou vodou. Při užití vzdušného lůžka je bráněno vysychání přiložením molitanu nad obvaz. Na běžném lůžku je pacient ohrožen gramnegativní infekcí. Za ideálních podmínek je první převaz až po týdnu, ale v případě prosáknutí může být už po 24 hodinách. Následné převazy se provádí běžně obden. Otevřená metoda vyžaduje spolupráci pacienta. Metoda chrání ránu před gramnegativní infekcí a je indikována na místech obtížně imobilizovatelných. Existuje smíšená metoda, kdy je nejprve užito otevřeného hojení a až následně se místo kryje přesně vymodelovaným obvazem.

Na odběrových místech se staví krvácení kompresním mulem s peroxidem. Kryt je tvořen vrstvou mastného tylu a suchého mulu přišitého k okraji silikonovými stehy, nebo je použito syntetické krytí. Pro hojení odběrových míst na zádech je výhodné vzdušné lůžko.

3.14 Anesteziologie

Anestesiolog je součástí týmu starajícího se o pacienta s termickým traumatem. Tento obor je zásadní z několika důvodů. Prvním důvodem je péče o vnitřní prostředí pacienta v podobě tekutinové resuscitace. Jeho dalším úkolem je nastavení analgezie a anestezie, ať už z důvodu bolesti samotného zranění nebo v rámci operačních výkonů. (20)

Zranění způsobující otok krku, poškozující mechaniku dýchání, nebo elektrotrauma spojené s inhalačním traumatem ohrožuje pacienta buď neschopností dýchat nebo přímo uzávěrem dýchacích cest. V těchto případech je nutné pacientovy zajistit dýchací cesty. Zajištění by mělo proběhnout jako rychlá sekvenční intubace se Sellickovým manévrem. V případě, že nelze v dané době zaintubovat pacienta, volíme ideální alternativní metodu. (27) (20)

Ventilační parametry jsou běžně nižší než standartní. Objem se nastavuje 6 ml/kg a tlak na 30 cmH₂O. Z důvodů hypermetabolismu a zvýšené tvorby CO₂ je frekvence dýchání vyšší. (27)

Často užívaným lékem v rámci anestezie i analgezie je ketamin. Výhodou ketaminu, že neovlivňuje dýchání. Disociativní účinky se potlačují užitím v kombinaci s midazolamem. K tlumení bolesti může být užit N₂O. V neodkladném období se jako myorelaxans užívá suxamethonium, ale zhruba od 3. do 8. dne nelze užit pro nebezpečí excesivní hyperkalemie. (1) (27)

Další běžně používané anestetikum je etomidát vhodný u hemodynamicky nestabilních pacientů. U stabilních pacientů je možné užit i propofol nebo thiopental. Tyto látky je však nutné doplnit analgetikem. Je možné použít také prchavá anestetika jako isofluran, desfluran, sevofluran. Metoda nepoužitelná u termických traumat je centrální blokáda pro nebezpečí hypovolemie. (1)

V pozdějších fázích léčby je nutné volit náhradu za suxamethonium. Můžeme použít mivacurium, pipecuronium, doxacurium, atracurium a cisatracurium. (1)

4 METODIKA

V práci byly zkoumány případové studie úrazů elektrickým proudem. Bylo zjišťováno, jaký byl postup ošetření zdravotnickými záchranáři a další návaznost péče. Na základě zjištění byl hodnocen rozsah přínosu péče a výhody úkonů pro zdraví pacienta a činnost zdravotnického záchranáře. Podkladem byli záznamy o výjezdu zdravotnické záchranné služby a dokumentace urgentního příjmu.

Postup zdravotnických záchranářů byl hodnocen ve vztahu k obecně platným doporučeným postupům zásadám odborného ošetření. Vedle postupu samotného byla zkoumána zjištění anamnestických dat o pacientovy

5 KAZUISTIKY

5.1 Kazuistika č. 1

Posádkou RZP nalezen padesátisedmiletý muž sedící vedle rozebrané okružní pily. Při příjezdu ZZS byla pila již odpojena ze sítě. Pila byla na střídavý proud a napětí 380 V. Pacient byl nalezen při vědomí, spontánně ventilující a úraz si pamatoval. Pacient nikdy neprodělal kardiovaskulární onemocnění, neužíval žádné léky a ani neměl zjištěnou alergii. Dva roky před úrazem byl přeočkován proti tetanu. Pacient uváděl bolest a brnění pravé horní končetiny, kde na ukazováku byla rána 1x2 cm. Jednalo se o popáleninu prvního stupně, vstup elektrického proudu. Výstup nebyl nalezen.

Hrudník pacienta byl symetrický a poslech nad plícemi čistý, sklípkový bez vedlejších fenoménů. Dechová frekvence byla 16 dechů /min a saturace krve kyslíkem na vzduch 98 %. Akce srdeční byla lehce nepravidelná s frekvencí 90 tepů za minutu. Na EKG ojedinělé komorové extrasystoly. Břicho bylo bez patologického nálezu, pánev a dlouhé kosti pevné. Neurologicky byl pacient bez známek lateralizace a stav vědomí podle GCS byl 4-5-6.

Pacientovi byla monitorována srdeční aktivita a zajištěn žilní vstup růžovou kanylou (20G). Rána chlazená fyziologickým roztokem a sterilně překryta. Podáno 100ml NaCl 1/1 a 9000 IU heparinu. Pacient byl převezen na urgentní příjem.

Pacient při předání do zdravotnického zařízení byl bez změny vědomí, udával zmenšení bolesti pravé horní končetiny. Končetina teplá s normálním kapilárním návratem. Vyšetření na urgentním příjmu ukázalo na EKG přetrvávající komorové extrasystoly.

Na urgentním příjmu byl proveden odběr krve na krevní plyny, biochemické a hematologické vyšetření. Všechny hodnoty byly ve fyziologickém rozsahu. U pacienta byla sledována diuréza a barva moči. Nedošlo ke snížení množství moči, ani k myoglobinurii. Popálené místo bylo převázáno. Bylo užito mastného tylu a sterilního krytí.

Pacient byl přeložen na intermediální lůžko interní kliniky z důvodu EKG monitorace, kde se zároveň pokračovalo ve sledování diurézy. Do druhého dne extrasystoly vymizely a objem i barva moči byly normální. Pacient byl tedy po 24hodinové hospitalizaci bez obtíží propuštěn.

Tabulka1 - ABR

pH	7,38
pCO ₂	5,1 KPa
pO ₂	12 KPa
HCO ₃ ⁻	23 mmol/l
BE	+2 mmol/l
AG	16 mmol/l

Tabulka2 - Biochemie

Osmolalita	282 mmol/kg H ₂ O
Na ⁺	139 mmol/l
K ⁺	4,5 mmol/l
Vápník celkový	2,3 mmol/l
Vápník ionizovaný	1,2 mmol/l
Hořčík	1,0 mmol/l
Chloridy	105 mmol/l
Fosfor	0,9 mmol/l
Železo	25 μmol/l
S glukóza	4,1 mmol/l
B glukóza	4,2 mmol/l
HbA1c	30 mmol/l

Tabulka 3 - Hematologie

Leukocyty	5,12 *10 ⁹ /l
Erytrocyty	4,82 *10 ¹² /l
Hemoglobin	135 g/l
Hematokrit	0,470
Střední objem erytr.	91,0 fl
Barvivo erytrocytů	30,2 pg
Konc. HB v erytrocytu	330 g/l
Erytrocytální křivka	13,2 %
Trombocyty	323 *10 ⁹ /l

5.2 Kazuistika č. 2

Dvacetiosmiletý muž byl nalezen na chodbě rodinného domu. Pacient byl při příjezdu ZZS při vědomí a komunikoval. Pacient měl na dlani popálený pruh asi 2x6 cm prvního a ve středu malé místo druhého stupně, na předloktí lichtenbergovi obrazce. Pacient popisoval bolest popáleného místa a kloubů ruky. Úraz nastal po úderu blesku do právě mužem rozebírané konstrukce zahradního altánu. Pacient nikdy neprodělal kardiovaskulární onemocnění, neužíval žádné léky a o žádné alergii nevěděl.

Hrudník byl symetrický, poslechově bez vedlejších fenoménů. Dechová frekvence byla 20 dechů /min a saturace O₂ na vzduchu 97 %. Akce srdeční byla pravidelná s frekvencí 110 tepů za minutu. Na EKG byli elevace ST úseku. Břicho bylo bez patologického nálezu, pánev a dlouhé kosti pevné. Neurologicky byl pacient bez známek lateralizace a stav vědomí podle GCS byl 4-5-6.

Pacientovy byla zajištěna žíla zelenou kanylou (18G), podáno 8000 UI heparinu, 500 mg novalginu a 100 ml plasmalyte. Podání analgetika přineslo dostatečnou úlevu. Během transportu bylo pacientovy monitorováno EKG a byl převezen na urgentní příjem.

Na urgentním příjmu byl pacient při vědomí, téměř bez bolesti předán. Byl zaveden močový katetr a opětovně uděláno EKG, které však již elevace neukázalo. Dále bylo podáno 100ml Hartmannova roztoku. Vyšetření acidobazické rovnováhy ukázalo hraniční hodnotu pH 7,36, ostatní hodnoty laboratorních vyšetření zcela v běžném fyziologickém rozsahu. Pacient předán jednotku intenzivní péče chirurgické kliniky za účelem monitorace EKG, sledování acidobazické rovnováhy, bilance tekutin a ošetření popálených ploch plochy.

5.3 Kazuistika č. 3

Třináctiletý chlapec nalezen v blízkosti odstavených železničních vozů s popáleninami od elektrického oblouku po přiblížení k trakčnímu vedení. Popáleniny byly na pravém rameni, trupu, genitálu a na obou dolních končetinách v rozsahu 65 % TBSA stupně IIb a III. Po úraze krátké bezvědomí a pád asi z 6 metrů. Při příjezdu ZZS chodící. Chlapec nikdy neprodělal kardiovaskulární onemocnění, neužíval žádné léky a o žádné alergii nevěděl.

Hrudník byl symetrický, poslechově bez vedlejších fenoménů. Dechová frekvence byla 25 dechů /min a saturace O₂ na vzduchu 92 %. Akce srdeční byla pravidelná s frekvencí 130 tepů za minutu. Na EKG sinusová tachykardie. Břicho bylo pohmatově měkké, pánev a dlouhé kosti pevné. Neurologicky byl pacient bez známek lateralizace a stav vědomí podle GCS byl 4-5-6.

Pacientovi byl zajištěn vstup do krevního řečiště dvěma kanylami velikosti 22G. Z důvodu narůstajícího otoku krku provedena intubace kanylou číslo 6F. Za účelem zajištění dýchací cesty byl pacient analgosedován ketaminem, midazolamem a suxamethoniem. Zahájena infuzní terapie, kdy bylo podáno 500 ml ringerfundinu. Rána na krku kryta water jelem a ostatní plochy byly kryty pouze sterilním materiálem.

Pacient byl převezen přímo do popáleninového centra na řízené ventilaci. V popáleninovém centru byla po základním vystření a zavedení močového katetru udělána escharotomie bylo indikováno celotělové CT, které vyloučilo vnitřní krvácení.

6 VÝSLEDKY

6.1 Postup ošetření

Z kazuistik vyplívá, že na místě zásahu byla ve všech případech zajištěna, z pohledu rizik elektrického proudu, bezpečnost zdravotnických záchranářů. V první kazuistice bylo zařízení odpojeno od zdroje elektrické energie, v druhém případě ošetření probíhalo v relativní bezpečí budovy a v třetím záchranáři a s nimi i pacient byli chráněni vzdáleností od trakčního vedení.

Kardiopulmonální resuscitace nebyla nutná ani v jednom z případů. Ve všech situacích byli na EKG buď známky relativně nezávažných, nebo žádných poruch rytmu.

Saturace kyslíkem byla v ve všech případech zjištěna a uvedena. Její hodnoty v prvních dvou případech nepodněcovali k další intervenci a ve třetím případě byl případný problém řešen umělou plicní ventilací.

Všechny případy prokázali zajištění žilního vstupu. V prvních dvou méně závažných případech byla zvolena jedna intravenózní kanyla, ve třetím bylo užito dvou kanyl, avšak menší velikosti.

Jednotlivé případy se liší od sebe navzájem použitým náhradním roztokem. V Případě prvním jím byl fyziologický roztok, v druhém plasma-lyte a ve třetím Ringerfundin. Množství použité u menších ran bylo 100 ml a v případě rozsáhlých popálenin 500 ml. V návazné péči byla hodnocena diuréza.

V první případě byla tlumena bolest pouze fyzikálně, ochlazením rány. Další případy užívali buď novalgin, nebo ketamin s midazolamem. Pro intubaci bylo užito jako myorelaxans suxamethonium.

Ke krytí bylo ve všech případech použito sterilních materiálů. Jen v případě nejrozsáhlejšího zranění byla použita impregnovaná rouška, a to pouze na krku.

Rozsah popálenin prvních dvou případů zasahovaly méně než jedno procento povrchu a klasifikovány byli maximálně druhým stupněm. Ve třetím případě byla poškozena kůže na 65 % povrchu těla a hloubka dosáhla i třetího stupně.

Heparin byl podán již přednemocniční péči je v prvním a druhém případě. Dávka odpovídá hmotnosti pacienta devadesáti a osmdesáti kilogramů.

Močový katetr byl zaveden jen ve druhé a třetí kazuistice. První případ se o katetru nezmiňuje

6.2 Anamnestická data

Ve všech případech byl uveden zdroj energie. Napětí je uvedeno explicitně jen v prvním případě stejně jako druh proudu.

V prvních dvou případech bylo zaznamenáno že pacienti netrpěli kardiovaskulárním onemocněním, byli očkováni proti tetanu, nemají alergie a neberou léky. U třetí kazuistiky informace o imunizaci tetanu chybí.

6.3 Hodnocení

Při nejjednodušším pohledu lze říci, že ve všech třech případech proběhlo ošetření bez závažných chyb, které by vedli ke zhoršení stavu pacienta. V prvním a druhém případě byla u pacientů řešena akutní bolest. Třetí případ vyžadoval analgosedaci a intubaci, kvůli hrozící obstrukci dýchacích cest. Ve všech třech případech byla zajištěna potřeba tekutin, ale v prvním a druhém případě tak velký objem nebyl nezbytný v porovnání s doporučeným postupem. Na základě vzorce $10 \times \%TBSA = ml/h$ v prvním případě stačil 1ml/h, ve druhém 4ml/h a ve třetím maximum, stejně jako bylo podáno. Jako problematické lze hodnotit ve druhém případě nepřevezení pacienta do popáleninového centra na základě lokalizace a druhu zranění.

7 DISKUZE

Úkolem této bakalářské práce bylo zjistit, zda jsou pacienti po úraze elektrickým proudem ošetřeni dle aktuálních doporučených postupů zdravotnickými záchranáři. Podkladem byli záznamy o výjezdu zdravotnické záchranné služby a dokumentace urgentního příjmu.

Rozsah je omezen na pouhé tři kazuistiky. To je důsledkem snížení možností zdravotnických záchranných služeb v období nouzového stavu. Při vyšším počtu případů by výsledky přesněji refletovaly realitu.

Termickými traumaty v přednemocniční péči na FBMI se zabývala práce Františka Humpála, která čerpala z informací FNKV. V práci se uvádí, že 80 % termických úrazů má při předání zajištěn žilní vstup. V případě zde zkoumaných kazuistik bylo zajištění žilního vstupu ve 100 % případů. Teoreticky by se hodnoty měli shodovat vzhledem k tomu, že u všech termických traumat je vhodné upřednostnit čas jen u dětí do 3 let a popálenin do 10% těla při dojezdu do 45 minut.

Věkové složení pacientů s elektrotraumatem je relativně rovnoměrné. V dětském věku byl jeden třináctiletý pacient a dva dospělí pacienti, mladší ve věku 28 let a starší ve věku 57 let. František Humpál ve své práci uvádí jeden případ elektrotraumatu ve věku od 1 do 3 let a 3 případy mezi dvaceti a padesáti lety. Věkové rozložení je v obou případech podobné, což dokazuje že úraz elektrickým proudem se týká všech věkových skupin.

V textech zabývajících se ať už laickou první pomocí (např.: Standardy první pomoci), nebo odbornou péčí (např.: Königová) autor často zmiňuje prevenci úrazů elektrickým proudem. Běžně jsme také varování piktogramy v blízkosti potenciálně nebezpečných míst. Co se týče případů zkoumaných v práci, ochrana zdravotníků byla odpovídající situaci, což však mohlo být pouze důsledkem místa a situace ve které se pacient nacházel při jejich příjezdu. Chování, které u pacientů vedlo ke vzniku zranění je naopak ukázkou rizikového chování. Pracovních úrazů dlouho době ubývá, alespoň podle dat Státního

úřadu inspekce práce z roku 2011. Tento obecný trend kopírují i úrazy elektrickým proudem. Lze se domnívat, že přibývá ochranný a pracovníci jsou lépe informováni o hrozícím nebezpečí.

V každém z případů bylo užito jiného náhradního roztoku. Tato situace nastiňuje problém neexistence jednoznačné metodiky volby náhradního roztoku, který by byl nejvhodnějším v urgentní fázi úrazu spojeného s popáleninami. Tato nejednoznačnost odpovídá jak zahraniční literatuře, tak ji zmiňuje Königová. (1) (24)

Množství tekutin podaných u elektrotraumatu by mělo být vyšší než u jiného termického traumatu v porovnání k rozsahu zranění. Tomuto tvrzení odpovídají především první dva případy, kdy v poměru k rozsahu zranění bylo podáno velké množství krystaloidu.

Nejkratším časovým úsekem, na něž se vypočítává objem tekutin jsou 4 hodiny od vzniku úrazu podle formule Mount Vernon Hospital. Čtyř hodinový interval v rámci přednemocniční péče není běžný, a proto lze tuto a jiné formule užít jen v omezené míře. Jako jeden z lépe použitelných, ale nepřesných vzorců je úvodní dávka 10–20 ml/kg. V doporučeném postupu pro termická traumata je vydefinována rychlost podání jako $10 \times \%TBSA = ml/h$. Podávání tekutin je dále komplikováno tím, že nejdůležitějším cílovým parametrem je diuréza, která se však projeví se zpožděním. (1) (10) (19)

Tekutinová resuscitace je metodou, jež mimo jiné předchází akutnímu selhání ledvin. Základy plastické chirurgie uvádějí tuto komplikaci v 15 %. V případech uvedených v práci bylo této komplikaci předejito, nebo se projevy selhání, například myoglobinurie, manifestovaly mimo přednemocniční péči. (28)

I když existují pevná pravidla pro indikaci transportu do popáleninového centra, je zde možnost špatného odhadu plochy, nebo přehlédnutí známek zásahu hlubších vrstev. Především v případě hraniční hloubky nebo plochy poškozeného povrchu těla.

Anamnestická data byla ve všech třech případech sbírána poměrně v dobré kvalitě. Avšak ve dvou případech byl sice uveden zdroj energie, ale již chybělo napětí a druh

proudu, což v případě blesku je pochopitelné a v případě trakčního vedení je vždy v Česku užíváno vysokého napětí. V jednom případě nebyla zaznamenána informace o vakcinaci tetanem. Nezaznamenání může být prostou chybou, nebo upřednostnění stabilizace pacienta. Vztah k dokumentaci mapuje ve své bakalářské práci Jana Lovásová, kde uvádí, že 37 % lidí se domnívá, že se dokumentace upřednostňuje před péčí o pacienta a o opaku je přesvědčeno 22,7 %.

8 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou elektrotraumatu. Zásadní část práce je zaměřena na urgentní a neodkladnou péči, ač problematika elektrotraumatu je pro kvalitu života pacientů zásadní v celé šíři péče vzhledem k tomu, že se jedná o úrazy postihující nejen biologickou podstatu zdraví, ale významně i vzhled a sním psychiku.

V teoretické části byla popsána fyzikální a biologická podstata vzniku elektrotraumatu jednak z pohledu vlivu na drobné struktury těla, tak i z pohledu na orgánové soustavy. Dále se práce zabývala prevencí, laickou první pomocí, přednemocniční péčí, směřováním pacientů a základy nemocniční péče.

Praktická část se zabývá samotným ošetřením v místě úrazu a transportem zraněného. Práce se zaměřila i na prevenci vzniku elektrotraumatu, především ve vztahu k zasahujícím záchranářům. Na základě hodnocení kazuistik je možné tvrdit, že záchranáři nebezpečí elektrického proudu nepodcenily a celkově postupovaly správně. Infuzní terapie v přednemocniční péči byl vedena buď zcela v souladu s doporučenými postupy, nebo její potřeba byla nadhodnocena. Problematika infuzní terapie elektrotraumatu v přednemocniční péči je však složitá pro špatnou možnost hodnotit skutečnou hloubku poranění. Kritérii pro převoz do popáleninového centra jsou zcela přesným dokumentem, znalost těchto parametrů je důležitou součástí péče. Z anamnestických údajů lze předpokládat znalost zdravotnických záchranářů, které informace jsou důležité pro správné ošetření těchto úrazů.

Práce mimo jiné představuje věkové složení obětí elektrotraumatu. Zranění elektrickým proudem se týká každého nezávisle na věku. Důležitým faktorem, jež zapříčiňuje úraz je rizikovost vlastního chování.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

°C	stupeň celsia
ABR	acidobazická rovnováha
ARDS	syndrom akutní dechové tísně
ATLS	Advanced Trauma Life Support
ATP	Adenosintrifosfát
cmH ₂ O	centimetry vodního sloupce
CO ₂	oxid uhličitý
CT	výpočetní tomografie
DNR	do not resuscitate
EKG	elektrokardiografie
F	French
FBMI	Fakulta biomedicínského inženýrství
FNKV	Fakultní nemocnice Královské Vinohrady
G	Gauge
GCS	Glasgow coma scale
h	hodina
Hz	Herz

K	kelvin
kg	kilogram
KPR	kardiopulmonální resuscitace
ml	mililitr
N ₂ O	oxid dusný
pCO ₂	parciální tlak oxidu uhličitého
pH	vodíkový exponent
pO ₂	parciální tlak kyslíku
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
TBSA	Celková plocha povrchu těla
UI	mezinárodní jednotka
V	Volt

10 Seznam použité literatury

1. **Königová, Bláha a kol.** *Komplexní léčba popáleninového traumatu.* Praha : Karolinum, 2010. 978-80-246-1670-4.
2. **Kříž, Michal.** Účinky proudů na člověka. *in-el.cz.* [Online] 2013. [Citace: 25. Únor 2020.] <https://www.in-el.cz/referat/103162/ucinky-proudu-na-cloveka-informace-k-nove-csn-iects-60479-1>.
3. **Málek, J., Knor, J. a Dvořák, A.** Základní neodkladná resuscitace. *lf3.cuni.cz.* [Online] 2017. [Citace: 25. Únor 2020.] <https://www.lf3.cuni.cz/3LF-779.html>.
4. Jak se zachraňovalo před 100 lety? *mladyzdravotnik.cz.* [Online] Český červený kříž, 2020. [Citace: 25. Únor 2020.] <https://mladyzdravotnik.cz/zajimavosti/jak-se-zachranovalo-pred-100-lety/>.
5. **Šeblová, Jana a Knor, Jiří.** *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře: 2., doplněné a aktualizované vydání.* Praha : Grada, 2018. 978-80-271-0596-0.
6. **Pokorný, Jiří.** *Lékařská první pomoc.* Praha : Galen, 2005. 80-7262-214-5.
7. **Rosina, Jozef, a další.** *Biofyzika pro zdravotnické a biomedicínské obory.* Praha : Grada, 2013. 978-80-247-4237-3.
8. **Svoboda, Emanuel.** *Přehled středoškolské fyziky. 5., přeprac. vyd.* Praha : Prometheus, 2014. 9788071964384.
9. **Navrátil, Leoš a Rosina, Jozef.** *Medicínská biofyzika: 2., zcela přepracované a doplněné vydání.* Praha : grada, 2019. 978-80-271-2700-9.
10. **Czuczman, Amanda Dumler , a další.** 1009 . Electrical. *Charlie's ED.* [Online] Říjen 2009. [Citace: 9. Duben 2020.] <https://scghed.com/wp->

content/uploads/2015/02/EBM-Electrical-Injuries-a-review-for-the-emergency-physician.pdf.

11. Lukáš Humpl, Milan Krátký. Úraz elektrickým proudem. *zdravotnická záchranná služba moravskoslezského kraje*. [Online] 30. 6 2008. [Citace: 9. 3 2020.] <http://www.uszsmsk.cz/Default.aspx?clanek=2862>.

12. Cushing, Tracy A a Wright, Ronald K. Electrical Injuries in Emergency Medicine. *medscape.com*. [Online] 9. Březen 2020. [Citace: 11. Duben 2020.] <https://emedicine.medscape.com/article/770179-overview>.

13. Pařízek, A. Jak předcházet úrazu elektrickým proudem. *porodnice.cz*. [Online] Mother-Care-Centrum s.r.o., 2015. [Citace: 9. 3 2020.] <http://www.porodnice.cz/dite-a-z/jak-predchazet-urazu-elektrickym-proudem>.

14. Kříž, Michal. Ochrana před úrazem elektrickým proudem podle nové normy. *odbornecasopisy.cz*. [Online] Created & designed by Residit s.r.o., 2007. [Citace: 9. 3 2020.] <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/ochrana-pred-urazem-elektrickym-proudem-podle-nove-normy-csn-33-2000-4-41-ed-3-2007--11672>.

15. Hasík, Juljo. *Standardy první pomoci*. Praha : Český červený kříž, 2017. 978-80-87729-17-5.

16. Brychta, Pavel. prednemocnicni-pece-o-termicky-uraz. *resuscitace.cz*. [Online] 8. 3 2017. [Citace: 21. 3 2020.] <https://www.resuscitace.cz/files/files/0/2luge/prednemocnicni-pece-o-termicky-uraz.pdf>.

17. jak_resuscitovat_doporucene_postupy_kpr_2015. *prpom.cz*. [Online] 2015. [Citace: 21. 3 2020.] https://www.prpom.cz/wp-content/uploads/2015/11/jak_resuscitovat_doporucene_postupy_kpr_2015.jpg.

18. *Krokové napětí*. místo neznámé : Národní knihovna ČR, 2013.

19. Brychta, Pavel, a další. Česká lékařská společnost J. E. Purkyně. *Česká společnost urgentní medicíny a medicíny katastrof*. [Online] 2019. [Citace: 23. 4 2020.] https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/05/2017_popaleniny.pdf.
20. Herndon, David. *Total Burn Care 4th Edition*. místo neznámé : Saunders, 2012. 9781437727869.
21. *Poranění elektrickým proudem*. místo neznámé : ans.arim., 2013.
22. Khan, Feras, Tupe, Christina a Hanlon, Dennis. Electrical and Lightning Injuries. *reliasmedia*. [Online] 1. 3 2016. [Citace: 23. 5 2020.] <https://www.reliasmedia.com/articles/137250-electrical-and-lightning-injuries>.
23. Culnan, Derek M, a další. Volume resuscitation in patients with high-voltage electrical injuries. *PubMed Central*. [Online] 1. 3 2019. [Citace: 20. Duben 2020.] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5860824/>.
24. Guilabert, Patricia, a další. Fluid resuscitation management in patients with burns: update. *oxford academic*. [Online] 7 2016. [Citace: 20. 4 2020.] <https://academic.oup.com/bja/article/117/3/284/1744490>.
25. Kramer, Larry . Third Degree Burns and Hydrotherapy. *Burn Injury Resource Center*. [Online] 14. 6 2014. [Citace: 2. 5 2020.] <https://www.burn-injury-resource-center.com/third-degree-burns-and-hydroth/>.
26. Moufarrij, S, a další. How important is hydrotherapy? ... *U.S. National Library of Medicine*. [Online] 31. 12 2014. [Citace: 2. 5 2020.]
27. Bittner, Edward A, a další. Acute and Perioperative Care of the Burn-injured Patient. *anesthesiology*. [Online] 2 2015. [Citace: 3. 5 2020.] <https://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=2091567#70957162>. 1528-1175.

28. Měšťák, Jan, a další. *Základy plastické chirurgie. Vydání druhé.* Praha : Karolínium, 2015. 978-80-246-2839-4.

29. Navrátil, Leoš. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory: 2., zcela přepracované a doplněné vydání.* Praha : Grada, 2017. 97-80-271-9181-9.

30. Odpor lidského těla. *eluc.kr-olomoucky.* [Online] 2012. [Citace: 30. 3 2020.] <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/344>.

31. Triáž. *Fakultní nemocnice Královské Vinohrady.* [Online] FNKV, 2020. [Citace: 9. Duben 2020.] <https://www.fnkv.cz/triaz.php>.

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - ABR	42
Tabulka 2- Hematologie	42
Tabulka 3 - Biochemie	42

12 SEZNAM PŘÍLOH