

**Vysoká škola zdravotnická, o.p.s.**

**Duškova 7, Praha 5**

# **ELEKTROTRAUMA V PŘEDNEMOČNÍ PÉČI**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**MIROSLAV VANĚK, DiS.**

Praha 2013

# **ELEKTROTRAUMA V PŘEDNEMOCNIČNÍ PÉČI**

Bakalářská práce

MIROSLAV VANĚK, DiS.

**VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s.**

**Duškova 7, PRAHA 5**

Vedoucí práce: Mgr. Macek Jan

Stupeň kvalifikace: bakalář

Datum předložení: 2013-05-31

Praha 2013



**VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s.**  
*se sídlem v Praze 5, Duškova 7, PSČ 150 00*

**Vaněk Miroslav**  
**3. ZZV**

**Schválení tématu bakalářské práce**

Na základě Vaší žádosti ze dne 13. 7. 2012 Vám oznamuji  
schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Elektrotrauma v přednemocniční péči

*Pre-hospital Care for Electrotrauma*

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jan Macek

Konzultant bakalářské práce: PhDr. Dušan Sysel, PhD., MPH.

V Praze dne: 1. 10. 2012

prof. MUDr. Zdeněk Seidl, CSc.  
rektor

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu literatury.

.....

Miroslav Vaněk

V Praze dne 31. 5. 2013

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji Mgr. Janovi Mackovi za vedení, rady a spolupráci při tvorbě této bakalářské práce.

.....

Miroslav Vaněk

V Praze dne 31. 5. 2013

## **ABSTRACT**

MIROSLAV, Vaněk. Elektrotrauma v přednemocniční péči. Vysoká škola zdravotnická, o.p.s., stupeň kvalifikace: bakalář. Počet stran 61. Vedoucí práce. Mgr. Jan Macek. Praha. 2013.

Tématem bakalářské práce je elektrotrauma v přednemocniční neodkladné péči. Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na organizaci přednemocniční neodkladné péče, základní právní normy, typy výjezdových posádek a jejich personální obsazení. Dále pak teoretická část zahrnuje popáleniny obecně, relevantní část práce je zaměřena na elektrotrauma.

Praktická část práce popisuje kazuistiku u zasaženého bleskem a kazuistiku u poraněného vysokým napětím.

**Klíčová slova:** Elektrotrauma, Přednemocniční neodkladná péče, Kazuistika

## **ABSTRACT**

MIROSLAV, VANĚK . Electric trauma in pre - hospital care. College of Nursing, o. p. s, level of qualification: Barchelor. Number of pages 61. Thesis supervisor: Mgr. Jan Macek. Praha. 2013.

The theme of this work is electric trauma in pre-hospital emergency care. The theoretical part of the thesis is focused on the organization of pre-hospital emergency care, basic legal standards, types of ambulance crews and their staffing. Then theoretical part includes burns in general, relevant part of the work is focused on electric trauma.

The practical part describes a case report with person affected by lightning and a case report with an injured person by high voltage.

**Keywords:** Electric trauma. Pre - hospital emergency care. Case report.

# PŘEDMLUVA

Elektrotrauma jako součást popáleninových traumat, není až tak běžný stav vyskytující se v hojné míře. Právě proto se s tímto nesetkáváme až tak často v rámci práce zdravotnického záchranáře. Na druhé straně to jsou často stavy velmi závažné, podmiňující spolupráci složek IZS.

Při výběru tématu téhle práce sehrála roli právě již zmíněná spolupráce jednotlivých složek a také rozmanitost úrazů, způsobujících často nenávratné změny v dalším životě postižených pacientů. Právě proto, že pracuji jako zdravotnický záchranář, považuji za důležité, rozšířit si obzory i v problematice těchto úrazů.

Co se týče přednemocniční péče, zvolil jsem metodu kazuistiky, kde čerpám z případů na našem územním odboru. Při teoretické části práce jsem čerpal převážně z odborné literatury.



# OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

SEZNAM POUŽITÝCH ODBORNÝCH VÝRAZŮ

<b>ÚVOD</b>	<b>13</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b>	<b>14</b>
<b>1 Přednemocniční péče</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Organizace přednemocniční péče</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Základní právní normy</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Typy výjezdových posádek a jejich personální obsazení ....</b>	<b>15</b>
<b>2 POPÁLENINY OBECNĚ</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Kůže</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Závažnost popáleninového traumatu</b>	<b>17</b>
2.2.1 Mechanismus úrazu	18
2.2.2 Rozsah postižení	18
2.2.3 Věk postiženého	19
2.2.4 Hloubka postižení	20
2.2.5 Lokalizace postižení	20
2.2.6 Anamnéza postiženého	21
<b>3 ELEKTROTRAUMA</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Závažnost elektrotraumatu</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Místní poškození</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Komplikace</b>	<b>25</b>

3.3.1 Kardiopulmonální komplikace .....	26
3.3.2 Renální komplikace .....	26
3.3.3 Gastrointestinální komplikace .....	27
3.3.4 Neurologické komplikace .....	27
3.3.5 Vaskulární komplikace .....	29
<b>3.4 Dělení úrazů elektrických energií, elektrotraumat ....</b>	<b>29</b>
3.4.1 Úrazy nízkým napětím .....	30
3.4.2 Úrazy vysokým napětím .....	30
3.4.3 Úrazy bleskem .....	31
<b>3.5 Péče o úrazy elektrickým proudem .....</b>	<b>34</b>
3.5.1 Urgentní opatření a první pomoc .....	34
3.5.2 KPR .....	35
3.5.3 Ošetření popálenin v PNP .....	36
3.5.4 Následná nemocniční léčba .....	38
<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>40</b>
<b>4 Kazuistika č. 1 – Zasažení bleskem .....</b>	<b>40</b>
<b>5 Kazuistika č. 2 – Úraz vysokým napětím .....</b>	<b>49</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
<b>SEZAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>59</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>61</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ZZS .....	Zdravotnická záchranná služba
IZS .....	Integrovaný záchranný sbor
LPP .....	Léčebně preventivní péče
LZS .....	Letecká záchranná služba
EKG .....	Elektrokardiogram
AED .....	Automatický externí defibrilátor
ALS .....	Advanced life support
RLP .....	Rychlá lékařská pomoc
RZP .....	Rychlá zdravotnická pomoc
KPR .....	Kardiopulmonální resuscitace
NLZP .....	Nelékařský zdravotnický pracovník
OTI .....	Orotracheální
OTK .....	Orotracheální kanyla
GCS .....	Glasgow Coma Scale
J .....	Joule
UPV .....	Umělá plicní ventilace
PNO .....	Pneumotorax
AS .....	Srdeční akce
CO <sub>2</sub> .....	Oxid uhličitý
SpO <sub>2</sub> .....	Saturace krve kyslíkem

## SEZNAM POUŽITÝCH ODBORNÝCH VÝRAZŮ

Anamnéza	.....	předchorobí, soubor informací k analýze zdrav. stavu
Aspirace	.....	vdechnutí
Atrofie	.....	zmenšení
Bradykardie	.....	zpomalení srdeční činnosti
Crush syndrom	.....	stav po dlouhodobějším stlačení měkkých tkání
Demyelinizace	.....	ztráta myelinu /lipoprotein/ z nervových vláken
Dysfunkce	.....	porucha funkce
Edém	.....	otok
Endotracheální intubace.		zavedení trubice do průdušnice
Fasciotomie	.....	naříznutí, otevření vazivového obalu svalu
Fibrilace	.....	míhání, zejména srdečního svalu
Fluidotorax	.....	nahromadění tekutiny v prostoru kolem plíce
Flekční kontraktura	.....	ohnutí a zkrácení svalu
Gastrointestinální	.....	týkající se trávicí soustavy
Glióza	.....	nahromadění podpůrné nervové tkáně
Hypotermie	.....	pokles tělesné teploty
Intersticiium	.....	vmezeřená tkáň, řídké pojivo tkání a orgánů
Ireverzibilní	.....	nezvratný
Katarakta	.....	šedý zákal, onemocnění čočky oka
Kreatinfosfokináza	.....	enzym, důležitý pro svalový metabolismus

Krepitace	.....	praskání, třaskání
Medioklavikulární	.....	procházející středníčástí klíční kosti
Mikrocirkulace	.....	oběh tekutiny na úrovni jednotl. tkání
Myokard	.....	srdeční sval
Nekrotomie	.....	chirurgické vynětí odumřelé části
Nekróza	.....	odumření tkáně či části orgánu
Noxa	.....	škodlivina, látka vyvolávající poškození
Oligurie	.....	snížená diuréza, močení
Palmární	.....	dlaňový
Palpačně	.....	pohmatem
Parestézie	.....	mravenčení, pálení, svědění
Perfúze	.....	průtok krve tkáněmi, orgánem
Perineum	.....	oblast mezi zevními pohl. orgány a řitním otvorem
Pneumonie	.....	zápal /zánět/ plic
Polyurie	.....	časté a vydatné močení
Proximální	.....	blíže k centru, středu
Sfinkter	.....	svěrač, specializovaná kruhová svalovina
Suspektní	.....	podezřelý
Vakuolizace	.....	buněčný edém, zvětšení buňky
Vlasový folikul	.....	vlasový váček

# ÚVOD

Tématem bakalářské práce je elektrotrauma v přednemocniční neodkladné péči. Tenhle typ úrazů není jedním z nejčastějších, může však postihnout každého z nás bez rozdílu věku. Úraz bleskem je starý jak lidstvo samo. Bez elektrické energie vyrobené člověkem si již dnes neumíme představit náš život. Při nesprávném používání, vlastní nedbalostí a mnohdy shodou nešťastných náhod však může elektřina i zabít.

K volbě tohoto tématu mě přivedlo mé povolání a právě rozmanitost příčin, které vedou k poškození organismu elektrickým proudem. Jelikož pracuji jako zdravotnický záchranář, považuji za důležité osvojit si postupy a zdokonalit se u případů poškození organismu, těmito ne zcela nejčastějšími traumaty. Tyto důvody mě vedly k výběru tématu mé bakalářské práce.

Téma je zajímavé a existuje k němu rozsáhlá literatura, i když spíše obecného charakteru jako k popáleninám celkově. Hlavně v teoretické části se zaměřuji na mechanismus úrazu, celkové poškození organismu a na urgentní opatření v přednemocniční péči. Dále je zde rozebrán pojem přednemocniční neodkladná péče.

Cílem teoretické části práce je tedy připomenutí si a získání nových znalostí v této problematice. Je zde využito hlavně odborné literatury.

Část praktická je zpracována formou kazuistiky, kde jsou popsány dva případy. Jeden úraz vysokým napětím a jeden případ zasažení bleskem. Je zde popsán detailní postup při výjezdu a poskytování péče v terénu.

Cílem praktické části je popsat, jak se postupuje v těchto případech a jak je důležitá a v praxi realizovaná spolupráce složek IZS. Čerpal jsem zde převážně ze svých zkušeností, z dostupné výjezdové dokumentace a zkušeností kolegů.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 PŘEDNEMOCNIČNÍ NEODKLADNÁ PÉČE

Přednemocniční neodkladná péče je definovaná jako péče, která je poskytována postiženým na místě, kde došlo náhle ke vzniku onemocnění nebo jejich poranění a péče vykonávaná během transportu, až do předání do cílového zdravotnického zařízení k následné péči. Tato péče je zajišťována zdravotnickou záchrannou službou.

Přednemocniční neodkladná péče je indikována a poskytována zdravotnickou záchrannou službou při stavech:

- bezprostředně ohrožujících život
- způsobujících bez okamžité a odborné pomoci trvalé následky
- působících akutní bolest a utrpení
- které mohou vést k prohlubování patologických změn a ke smrti
- které změnami chování a jednání postiženého ohrožují jeho nebo i okolí.

(Bydžovský, 2008)

### 1. 1 Organizace přednemocniční neodkladné péče

Zdravotnická záchranná služba se v České republice dělí na územní střediska, jejichž zřizovatelem je daný kraj, tato oblastní střediska na jednotlivá výjezdová stanoviště. V současné době má okolo 6,5 tisíce zaměstnanců.

Územní středisko je v krajském městě. Dělí se na řídicí úsek, úsek zdravotního operačního střediska, úsek krizového managementu a zdravotní úsek. Na řídicím úseku se podílí ředitel, provozní náměstek, ekonomický náměstek, personální náměstek

a náměstek pro LPP. Na operačním středisku jsou výzvy přijímány dispečery, kteří ji vyhodnotí a rozhodují o nasazení posádky ze zdravotního úseku na výjezdových stanovištích, zahrnujícího výjezdové skupiny. Linka tísňového volání je 155, která je bezplatná. Maximální doba dojezdu na místo je podle nového zákona o zdravotnické záchranné službě z roku 2011 20 minut. Audio nahrávka tísňového hovoru se uchovává minimálně 3 měsíce (Ertlová, Mucha, 2006).

## **1. 2 Základní právní normy**

Zdravotnická záchranná služba je povinna zabezpečovat přednemocniční neodkladnou péči. Její činnost je upravena hlavně těmito právními předpisy.

- zákon o zdraví a péči lidu, zákon číslo 20/1966 Sb.
- vyhláška MZ ČR č. 434/1992 Sb. o zdravotnické záchranné službě
- vyhláška MZ ČR č. 49/1993Sb. o technickém a věcném vybavení zdravotnických zařízení
- zákon o integrovaném záchranném systému, zákon číslo 239/2000 Sb.
- zákon o zdravotnické záchranné službě, zákon 374/2011 Sb.

## **1. 3 Typy výjezdových posádek a jejich personální obsazení**

Posádka letecké záchranné služby je tvořena lékařem, pilotem a záchranářem. V ČR je 10 stanovišť LZS s akčním rádiem 50-70km.

Rychlá lékařská pomoc je složena z lékaře, řidiče a záchranáře. Je indikována při všech stavech ohrožujících život.

Posádku rychlé zdravotnické pomoci tvoří záchranář a řidič.

Randez- vous je posádka, kterou tvoří řidič a lékař. Tímto systémem se zvyšuje dostupnost lékaře a zkracuje se dojezd (Bydžovský, 2008).



Požadavek na vzdělání lékaře zdravotnické záchranné služby je specializace v jednom ze čtyř základních lékařských oborů. Je to chirurgie, vnitřní lékařství, pediatrie a anestezie a resuscitace.

NLZP v posádkách ZZS je povinen mít pro výkon svého povolání vyšší odbornou nebo vysokou školu v oboru zdravotnický záchranář. Dále je možné mít vystudovanou všeobecnou sestru + specializaci anesteziologie-resuscitace v IP ukončenou atestační zkouškou nebo nově specializační studium zdravotnický záchranář pro urgentní medicínu taktéž ukončené atestační zkouškou.

Řidič sanitního vozu je povinen absolvovat kurz DRNR a kurz řidiče RLP. Tyto kurzy jsou pořádány v Brně a v Praze, nyní i v ostatních městech dle získané akreditace (Ertlová, Mucha, 2006).

## 2 POPÁLENINY OBECNĚ

Léčba popálenin se v posledních několika letech rozvinula v samostatný obor popáleninové medicíny. Má hlavní dva cíle, a to přežití postižených a zabránění tzv. sociální smrti, což zahrnuje složité mnohočetné rekonstrukční výkony a následnou, dlouhodobou rehabilitaci, jak fyzickou, tak psychickou (Pokorný, 2004).

### 2.1 Kůže

Je největším orgánem lidského těla. U dospělého je to asi 2 m<sup>2</sup>, u novorozence 0,2 m<sup>2</sup>. Má řadu důležitých funkcí:

- termoregulační – udržuje teplotu organismu
- protektivní – ochraňuje před infekcí
- senzoricke – ochrana organismu před poškozením, senzory bolesti, tepla, dotyku.
- zabraňuje ztrátám tekutin
- funkce imunokompetentní – odpověď organismu na úraz a léčbu
- určuje identitu jedince – barva pleti, kresba

Ztráta těchto funkcí může vést ke komplikacím, jak časným, které ohrožují pacienta na životě přímo, tak pozdním, které ohrožují pacienta na kvalitě života.

### 2.2 Závažnost popáleninového traumatu

Základem léčby každého popáleninového traumatu je hodnocení závažnosti. Při hromadných neštěstích nebo při vyšším počtu zraněných můžeme orientačně použít Bullův index. A to pouze při hodnocení dospělých a velkých dětí. Jedná se vlastně o součet věku pacienta a procenta postižení. Pokud je výsledek vyšší než 100, je prognóza velmi nejistá (Pokorný, 2004).

Závažnost popáleninového traumatu určuje mechanismus úrazu, rozsah postižení, věk postiženého, lokalizace a hloubka postižení. Nesmíme zapomenout i na anamnézu postiženého.

### **2.2.1 Mechanismus úrazu**

Popáleniny jsou výsledkem působení extrémních teplot. Dle mechanismu úrazu je rozdělujeme na úrazy termické, způsobené kontaktem s horkou tekutinou, horkým plynem, nebo plamenem. Dále úrazy elektrické, způsobené elektrickým proudem, elektrickým obloukem nebo bleskem. Úrazy chemické, vyvolané kontaktem s kyselinami nebo zásadami, a na popáleninami způsobené radioaktivním zářením (Ševčík, 2003).

Obecně se rozvíjí tzv. poplachová reakce, kdy dochází ke zvýšené permeabilitě cév s následným edémem, selhání mikrocirkulace, především vznikem vazokonstrikce, ke vzniku hypermetabolismu, se zvýšenou spotřebou kyslíku a dále k hyperkoagulačnímu stavu. Všechny tyto mechanismy vedou ke tkáňové hypoxii a buněčnému postižení. Výsledkem je multiorgánové selhání. (Ševčík, 2003)

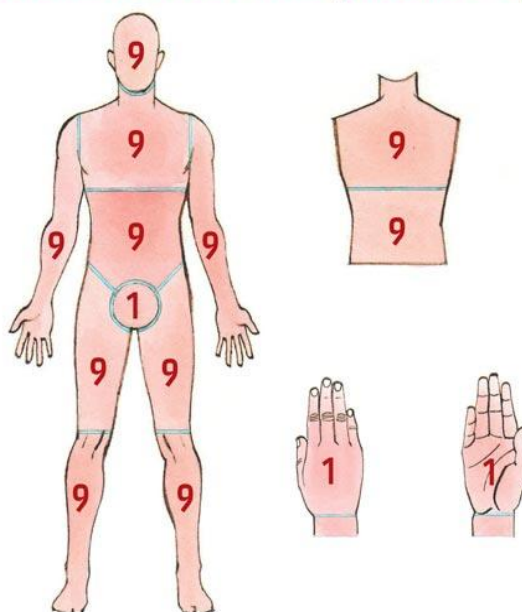
### **2.2.2 Rozsah postižení**

Vyjadřuje se procenty celkového tělesného povrchu. Na výpočet se používá u dospělých a velkých dětí tzv. pravidlo devíti, kde hlava a krk je 9%, horní končetina 9%, dolní končetina 18%, přední plocha trupu 18%, zadní plocha trupu 18% a genitál 1% celkového tělesného povrchu (viz obrázek č.1). Při méně rozsáhlých postižení lze použít palmární plochu ruky s prsty u sebe, jako 1% celkového tělesného povrchu. K určení rozsahu popálení u dětí slouží tabulka podle Lunda a Browdera . V PNP určujeme orientačně rozsah pomocí dětské dlaně, kdy palmární plocha s prsty se rovná jednomu procentu tělesného povrchu.

Z hlediska přednemocniční péče je rozsah postižení jedním z nejdůležitějších faktorů k zahájení protišokové léčby (Pokorný, 2004)

Obr. č. 1 Určení rozsahu popálené plochy:

### ROZDĚLENÍ PLOCHY TĚLA (uvedeno v %)



Zdroj:<https://eforms.zpmvcr.cz/jforum/posts/list/77.page>

#### 2.2.3 Věk postiženého

Je dalším z důležitých faktorů určujícím závažnost popáleninového traumatu. Jedinci mladší dvou a starší šedesáti let mají vyšší mortalitu. Rozvoj popáleninového šoku při neadekvátním zajištění hrozí u dětí do dvou let při rozsahu větším jak 5%, od dvou do deseti let při rozsahu větším jak 10% a u dětí od deseti do patnácti let při rozsahu větším než 15% celkového tělesného povrchu. Jako těžké poškození u dospělých se hodnotí 20% celkového tělesného povrchu. U starších šedesáti let i postižení méně rozsáhlá mohou mít závažný průběh (Pokorný, 2004).

#### **2.2.4 Hloubka postižení**

Důležitým faktorem pro chirurgické výkony je právě hloubka postižení. Vyplývá z termické noxy a délky působení. I velmi vysoké teploty při působení na krátkou dobu nejsou tak závažné, jako například působení menší teploty po delší čas.

V dřívější klasifikaci byla hloubka postižení popisována jako první, druhý a třetí stupeň. Dle mezinárodní klasifikace se používá rozdělení na postižení povrchové a hluboké.

Pro diagnostiku se používá tzv. test kapilárního návratu a jako další pomůckou je test citlivosti. Při povrchovém postižení jsou zachovány vlasové folikuly a žlázy potní včetně mazových. Červené plochy blednou při zatlačení a následném povolení tlaku se opět prokrvují, mají tedy zachované kapilární řečiště. Naopak při hlubokém postižení mají červené plochy mikrocirkulaci uzavřenou trombotizací. Jsou tedy bez kapilárního návratu, což znamená ischemii a odumrtí sousedních vrstev kůže. Stejně tak ztrátou citlivosti můžeme určit hluboké postižení, pouze však u kontaktního pacienta (Pokorný, 2004).

#### **2.2.5 Lokalizace postižení**

Nejzávažnější postižení je na obličeji, krku, rukou, perineu a genitálu, ploskách nohou. Při postižení těchto lokalit mohou vznikat nejzávažnější komplikace, vyžadující urgentní řešení přímo na místě. Velmi nebezpečné je také inhalační trauma, kdy může být poškozena oblast dutiny ústní a horních a dolních cest dýchacích. (Pokorný, 2004).

### 2.2.6 Anamnéza postiženého

I toto je velmi důležitý faktor, který ovlivňuje celkový stav u popáleninového traumatu. Předchozí choroby či právě probíhající mohou podstatně ovlivnit průběh systémové zánětlivé odpovědi organismu při popáleninovém traumatu, odpověď na léčbu a tím i prognózu. V důsledku popáleninového traumatu mohou být taky aktivovány choroby dosud latentní. U nemocného člověka může i menší trauma vést k fatálním následkům. Komplikace jsou spíše pravidlem než výjimkou ( Pokorný,2004).

U popáleninového traumatu, jak už bylo výše uvedeno, dochází k vývoji systémové zánětlivé reakce, jejímž důsledkem bývá multiorgánové selhání (MODS). Jedním z nejčastěji a nejdříve postižených orgánů bývají plíce, dále ledviny, játra a poté kardiovaskulární systém na úrovni makrocirkulace i mikrocirkulace. Obecně lze tedy říci, že preexistující orgánové postižení predisponuje právě k selhání tohoto orgánu. Pátrání po rizikových faktorech v anamnéze pomůže včas rozpoznat „rizikové pacienty“.

Komplikovaný průběh a horší prognózu lze očekávat u pacientů s kardiovaskulárními chorobami (ICHS, sy AP, HN, kardiomyopatie, srdeční arytmie, aj.), zvláště u těch, kteří jsou výrazněji kardiálně limitováni. Dále pacienti s chronickými plicními chorobami (chronická bronchitis, CHOPN, astma bronchiale aj.). Vysoce rizikovým faktorem je oslabený a narušený imunitní systém. Velmi komplikovaný je průběh u pacientů s DM (diabetes mellitus). Dále to jsou preexistující onemocnění ledvin a jater. Nemalý vliv mají také faktory jako je stav výživy, obezita, dehydratace, kouření. Pokud se k těmto chronickým chorobám přidruží faktor, kterým je věk nad 65 let, je průběh a prognóza horší (Závada, 2001).

### 3 ELEKTROTRAUMA

Úraz elektrickou energií je specifické trauma, které zasáhne organismus buď jako mžikový výboj (nejčastěji bleskem), nebo působí na organismus po určitou dobu jako stejnosměrný či častěji střídavý proud o nízkém nebo vysokém napětí. Postihuje zejména myokard a mozek. K nim se připojuje termické působení. (Ticháček,online)

Energie blesku je známa jako lidstvo samo. Již od pradávna se tedy s elektřinou člověk setkává, stejně jako s úrazy s ní spojené. Roku 1879 objevil elektrické světlo Thomas A. Edison. Jednalo se však pouze o proud stejnosměrný, který nebyl vhodný pro přenos energie vysokého napětí na velké vzdálenosti. Roku 1885 objevil George Westinghouse systém střídavého proudu. Od té doby elektřina člověku slouží, stejně tak ho však ohrožuje. Zde tedy vlastně postupně vzniká i větší náročnost v léčbě a vlastně i metod pro hodnocení popálenin v rámci těchto úrazů (Königová, 2010).

Při úrazech elektrickým proudem bývají následky jak fyzického rázu, tak později i rázu psychického. Je potřeba klást důraz na prevenci, léčbu i rehabilitaci takto postižených. Dlouhodobými následky elektrotraumat bývá často trvalá invalidita. Velmi často bývají mezi oběťmi děti a mladí lidé.

V ČR jsou pacienti s diagnózou závažného elektrotraumatu směřováni do tří popáleninových center. Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Fakultní nemocnice Brno a Fakultní nemocnice s poliklinikou Ostrava. Popáleninové centrum v Praze Vinohradech je také jedno z největších center s nejdelší tradicí v Evropě. Bylo založeno z iniciativy profesora Františka Buriana v roce 1953.

V Evropě se zabývají mechanismem elektrického šoku i místního buněčného poškození instituce v rámci Electricity Companies (EEC). V zámoří výzkum zajišťuje University of Chicago Clinical Research Center (UCCRC), kde je velká pozornost věnována Electrical Trauma Research Programme (Königová, 2010).

### 3.1 Závažnost elektrotraumatu

Při určování závažnosti elektrotraumatu je důležité znát faktory, jako je napětí, typ proudu, množství proudu. Dále pak odpor tkání, velikost kontaktní plochy, dobu expozice, cestu průchodu proudu a také prostředí.

Dá se říci, že závažnost termického poranění závisí na výši napětí a množství proudu. Napětí do 24 V je bezpečné. Elektrické napětí je děleno na malé napětí do 50V, nízké napětí 50-100 V, vysoké napětí 1000 V – 52 kV, velmi vysoké napětí 52 kV – 300kV, zvláště vysoké napětí 300 – 800 kV. Výše napětí způsobuje ireverzibilní koagulaci proteinů. Na celkovém poškození tkání se podílí i polarizační efekt protékajícího proudu. V klinice poranění dominují přímá poranění kůže, nervů, kostí a kardiovaskulárního systému. Následně se vyvíjí poškození plic, ledvin a jater.(Königová 2010).

U typu proudu rozlišujeme proud stejnosměrný a střídavý. Při nízkém napětí je až třikrát více nebezpečný proud střídavý. Obecně lze říci, že působení stejnosměrného proudu je méně nebezpečné než působení střídavého proudu. Srdce pracuje jako krevní pumpa s frekvencí cca 70 tepů za minutu. Při průchodu střídavého proudu /např. s frekvencí 50 Hz se srdce snaží přizpůsobit frekvenci procházejícího proudu a začne pracovat s frekvencí 50 tepů za sekundu. Tím ztrácí schopnost pracovat jako pumpa a dochází ke chvění, tzv. fibrilaci a tím pak k zástavě srdeční činnosti (Meduna, Koudelka, 2006). Smrt může nastat fibrilací nebo asfyxií při přetrvávajícím tetanickém smrštění dýchacího svalstva. Nejčastěji se setkáváme se střídavým proudem s hodnotou 50 Hz a napětím 230 V. U elektrotraumat způsobených vysokým napětím je častější centrální zástava dýchání. Střídavý proud nad 0,5 mA může způsobit nevědomé pohyby, které mohou vést až k pádům a úrazu. Při proudu vyšším jak 5 mA nastává ulpění ke zdroji energie svalovou křečí. Oběť není schopna přerušit kontakt s vodičem, trpí bolestí, nemůže si zavolat o pomoc. Odpor v místě kontaktu se zmenšuje a průtok proudu zvětšuje. Střídavý i stejnosměrný proud při vysokém napětí mají stejný smrtící účinek. U všech elektrotraumat je nutné dbát na možnost srdečního poškození.



Elektrický proud je vlastně uspořádaný pohyb volných částic s elektrickým nábojem. Záleží i na množství proudu. Například 15 mA způsobuje flekční kontraktury, 60 mA fibrilaci komor, 500 mA vede současně k popáleninovému traumatu, 10 000 mA způsobuje křeče a respirační selhání.

Nemalou roli z dalších faktorů určujících závažnost u elektrotraumatu je odpor tkání. Odpor kůže je závislý na vlhkosti, čistotě a tloušťce. Ve vodě tvoří odpor kůže pouze 1 promili kůže suché. Vysoký odpor klade kůže na ploskách nohou a dlaních. Čím je větší odpor kůže, tím hlubší je lokální poškození. Čím je odpor kůže menší, tím je rozsáhlejší systémový účinek. Další důležitou veličinou je velikost kontaktní plochy, která je nepřímo úměrná odporu tkání. Doba expozice je přímo úměrná množství energie, která se proměňuje v teplo. A nakonec cesta průchodu proudu je dána vodivostí tkání. Nejvíce vodivé jsou nervy, cévy, volné tekutiny. Průchody proudu paralelní s dlouhou osou těla procházejí srdcem daleko častěji, než průchody horizontální. A nakonec určuje závažnost poranění i prostředí úrazu. Důležité je uzemnění (Königová, 2010)

### **3.2 Místní poškození**

Bývá způsobeno trojím mechanismem: přímým působením proudu, elektrickým obloukem a elektrickým výbojem.

Přímým působením proudu vzniká v místě vstupu a místě výstupu suchá kráterovitá nekróza. Jestliže půjde o nerozsáhlé poranění, pak se v místě postižení vytvoří erytém a edém. Při rozsáhlejších poranění vzniká v příčně pruhovaném svalstvu typická myonekróza. Vysokým odporem skeletu vzniká teplo. V sousedních svalových skupinách se rozvíjí edém. Zde jsou indikované uvolňující nářezy kůže do podkoží a fasciotomie. Spazmus a trombóza artérií a vén s následnou nekrózou cévní stěny vede k prohlubování postižení. Průchod proudu vodivým elektrolytem krevního

plazmatu v cévách má za následek další trombotizaci a nekrózu tkáně následně i při adekvátní léčbě (Königová, 2010).

Elektrickým obloukem může být postižený popálen, i když není v kontaktu s elektrickým okruhem. Elektrický oblouk běží cestou nejmenšího odporu k zemi uvnitř nebo po povrchu těla oběti. Při nízkém napětí a nízkým odporem kůže v místě vstupu může být oběť postižena elektrošokem bez výrazných známek na kůži. U vysokého napětí způsobuje lokální léze. Elektrický oblouk může mít teplotu vyšší jak 5 000 °C. Oběť může být „vytažen“ až do vzdálenosti 3 metrů, pokud se ze zdroje vysokého napětí jednou vytvoří. Důležitými faktory jsou doba působení a délka oblouku. Oblouk nemůže vzniknout při napětí nižším než 350 V v normální atmosféře, ale pokud bude v atmosféře ionizovaný plyn nebo částičky různých látek po výbuchu, může se oblouk udržet i při nižším napětí (Königová, 2010)

V případě hoření od elektrické jiskry, tedy v souvislosti z elektrotraumatem je popálení ze vzníceného oděvu nebo z požáru vždy hluboké. Je to dáno z dlouhodobého vystavení noxy při poruše vědomí. Musíme zde počítat i s možností dalšího poranění v souvislosti s úrazem. Je třeba postupovat individuálně, protože se nelze řídit výpočty dle rozsahu zevního postižení.

### **3.3 Komplikace**

Komplikace u elektrotraumatu se vztahují především k systému kardiovaskulárnímu, renálnímu, gastrointestinálnímu. Další, velmi závažné komplikace jsou neurologické a vaskulární.

### **3.3.1 Kardiopulmonární komplikace**

Srdeční poruchy se mohou akutně projevit pouze jako změny na EKG křivce, elevace ST úseku, inverze vlny T, dále jako síňové, či komorové arytmie. Mohou přetrvávat i několik měsíců. Nejzávažnější kardiopulmonální komplikací je zástava dechu a oběhu v daném okamžiku úrazu, většinou pro fibrilaci komor a s ní spojenou anoxií.

Jako infarkt myokardu se může trauma projevit při kontaktu vysokého napětí, spíše při hluboké nekróze v prekordiu. Diagnostickou metodou je opakované vyšetření izoenzymu kreatininfosfokinázy. Ta svědčí o nekróze myokardu, buďto přímým působením proudu nebo po protrahované hypoxii.

V místě kontaktu, nebo spíše pod ním může na hrudníku vzniknout ruptura pleury s fluidotoraxem a lobární pneumonitis. Při fraktuře žeber hrozí pneumotorax.

Při dlouhodobé plicní ventilaci mohou vzniknout další komplikace, jako jsou různé infekce dýchacích cest.

### **3.3.2 Renální komplikace**

Akutní selhání ledvin je u rozsáhlého elektrotraumatu až v 15% případech. Je způsobeno trojím mechanismem:

- Poklesem renální filtrace při kardiopulmonální zástavě v důsledku hypovolemického šoku a vazokonstrikce preglomerulárních sfinkterů – primární glomerulární insuficience.

- Přímým elektrotermickým účinkem proudu vysokého napětí na parenchym ledvin a cévní systém. Přerušuje se přenos iontů v tubulech.
- Myorenální syndrom podobný crush syndromu je způsoben poškozením svaloviny. V luminech tubulů se objevuje myoglobin, který se spolu s hemoglobinem uvolněným z rozpadlých erytrocytů vysráží ve formě válců. V intersticiu ledvinového parenchymu tím narůstá edém. Červená až hnědá moč se objevuje u 25% elektrotraumat. Pigmenturie, která trvá déle než 12 hodin, vždy vede k akutní tubulární (sekundární) insuficienci. A to buď oligurického nebo polyurického typu.

### **3.3.3 Gastrointestinální komplikace**

Nekrózy vnitřních orgánů se můžou vytvořit pod místem kontaktu na břišní stěně. Můžou se projevit jako příznaky náhlé příhody břišní. Jestli jsou nekrózy omezeny pouze na břišní stěnu, pak situaci definitivně vyřeší radikální nekrektomie. Mezi další komplikace počítáme nespočetné fokální nekrózy pankreatu, žlučníku, cholelithiázu, ulcerace žaludeční i duodenální. Jako fatální je uváděno asi 50% z nich. S jaterním poškozením se u elektrotraumatu setkáváme při průchodu proudu jaterním parenchymem. To již v prvních 24 hodinách po úrazu. Svědčí o něm až desetinásobné zvýšení hodnot transamináz a ostatních enzymů (Pokorný, 2004).

### **3.3.4 Neurologické komplikace**

Tkáň nervová klade nejmenší odpor při průchodu elektrického proudu. Ten pravděpodobně mění strukturu makromolekul v neuronech. Dochází k demyelinizaci, vakuolizaci, reaktivní glióze až odúmrti neuronů. Až po dobu tří let se mohou objevovat pozdní neurologické poruchy. Je to zapříčiněno i současným poškozením cév. Opakované neurologické vyšetření je u elektrotraumat vždy absolutně

indikováno. Neurologické komplikace mohou být způsobeny poškozením mozku, poškozením míchy, periferních nervů.

Bezprostřední účinek na mozkovou tkáň se projeví různým stupněm bezvědomí, dechovým a pohybovým ochrnutím. Jsou to změny přechodné a většinou se zcela upravují.

Pokud probíhá proud z horní končetiny do druhé nebo z horní končetiny do končetiny dolní, bývá nejčastěji poškozena mícha. Projeví se jako porušení funkce, ne úplné. Podobá se progresivní svalové atrofii, amyotrofické laterální skleróze nebo jako transverzální míšní léze. Trvalé následky se mohou projevit až později a zvolna progredují.

Při postižení končetin jsou periferní nervy poškozeny až zničeny přímým termickým účinkem, tlakem edému v okolí a také tlakem jizev a smršťujících se jizevnatých ploch v pozdějším období. Neuropatie se mohou objevit i v nepopálených končetinách jako vzdálený polarizační efekt.

Dysfunkce autonomního nervového systému může nastat jak v akutním, tak později v rehabilitačním období. Jsou to pocity pálení s vazomotorickými až atrofickými změnami na kůži.

Jako charakteristickou komplikací po elektrošoku způsobeným vysokým napětím je elektrická katarakta. Je popisována ve 30% případů při elektrickém kontaktu nad úrovní klavikul, zejména však při kontaktu na hlavě. Léze bývá oboustranná a období mezi úrazem a rozmazaným viděním je různě dlouhá. Může být až do tří let. Spontánní úpravu stavu nelze očekávat (Königová, 2010).

### **3.3.5 Vaskulární komplikace**

Jsou pro elektrotrauma typické a daleko častější než u jiného popáleninového traumatu. Studie prokázaly, že poškození cév se přímo účastní na progresi ischemické nekrózy a pozdějším zvětšování rozsahu poraněných tkání. Může dojít až k mumifikaci končetin. A to přímým zničením cév při průchodu elektrickým proudem spolu s tepelným účinkem elektrického oblouku.

Kdykoli v dalším průběhu léčby lze očekávat roztroušené nekrózy v měkkých tkáních a také pozdní krvácení z ruptur velkých cév a jejich sousedství. I na místech vzdálených může vzácně nastat krvácení. To v případě, kde elektrický proud nezpůsobil jiné škody než na intimě převážně hlubokých vén. Tam může tento stav vyústit v trombózu těchto žil s nenadálou plicní embolizací (Pokorný, 2004).

## **3.4 Dělení úrazů elektrickou energií, elektrotraumat**

Zásadně můžeme úrazy rozdělit na:

- úrazy elektrickým proudem o nízkém napětí (do 1000 V),
- úrazy elektrickým proudem o vysokém napětí (nad 1000 V),
- úrazy bleskem a elektrickým obloukem.

(Kelnarová, aj. 2007)

### **3.4.1 Úrazy nízkým napětím**

Převážná většina zásahů elektrickým proudem je v oblasti nízkého napětí a většinou se obejde bez závažnějších následků. Typická jsou napětí 110V, 220V a 380V a střídavý proud. Nejčastěji v domácnostech a na pracovištích. Tvoří 80% z celkového počtu, úmrtnost 3%.

Při nižším napětí nastává ihned srdeční nestabilita s následnými arytmiemi, které se mohou projevit i s odstupem více jak 12 hodin. Mohou nastat dechové potíže. V horším případě může vyvolat přechodnou srdeční zástavu nebo fibrilaci komor s bezvědomím a zástavou dechu. Dále může způsobit křeče, postižení svalů a následně ledvin. Způsobuje malé, ale hluboké léze v místě kontaktu. (Kelnarová, aj. 2007)

Stejnoseměrný proud o nízkém napětí je méně škodlivý než střídavý, nevyvolává křeče.

### **3.4.2 Úrazy vysokým napětím**

K těmto úrazům dochází zásadně při nerespektování bezpečnostních předpisů nebo při překonávání bezpečnostních bariér. Nebezpečí také hrozí při stržených, dolů visících nebo na zemi ležících vedení vysokého napětí. Pouze dostatečná vzdálenost od spadlého vedení zaručuje, že se nedostaneme do elektrického obvodu. Uvádí se, že bezpečná vzdálenost od zdroje napětí je 1 cm na 1000 V za sucha (Kelnarová,2007).

Vysoké napětí vyvolává srdeční arytmiie, zástavu srdce, poruchu a zástavu dechu. Kromě toho způsobuje hlubokou destrukci tkání termickým působením v místech, kudy proud prošel. Často je spojen s polytraumatem způsobeným následným pádem/ fraktury kostí, úraz páteře, vnitřní krvácení/.

### 3.4.3 Úrazy bleskem

Blesk je vlastně krátký atmosférický výboj. Dochází při něm k uvolnění ohromného množství elektrické energie (300 000 A při napětí sta milionů voltů). Oběť se stává součástí elektrického oblouku. Většina blesků se vybíjí uvnitř mraku nebo mezi sousedními mraky za velmi vysoké teploty uvnitř bleskového kanálu. Blesky se často rozvětvují. Kolem hlavního kanálu vznikají slabší, postranní (Pokorný 2002).

Asi 95% blesků je negativních, mezi spodním okrajem mraku a zemí. Zbýlých 5% blesků je pozitivních a vznikají mezi horním vrcholem mraku a zemí. Je to většinou na konci bouřky a nesou 6-10krát větší náboj než blesky negativní. Mohou udeřit až několik kilometrů od mraku (Königová 2010)

Přesné statistiky výskytu poranění a úmrtí způsobených bleskem neexistují. Nejvíce smrtelných úrazů je spojeno s provozováním sportovních a rekreačních aktivit. Typickým rysem potom bývá poranění více osob současně. Největším zdokumentovaným případem postižených při jediném úderu blesku je 35 obětí. Z toho 28 lidí a 7 psů. Velmi vzácný výskyt tohoto poranění je v zimě, zejména při mrznoucím mrhnutí. V atmosféře se v tomto případě mohou vytvářet místa s velkými rozdíly elektrických potenciálů (Truhlář, Urgmed 3/2010) .

Poranění bleskem má podobné následky jako průchod proudem o vysokém napětí. Přímý zásah bleskem, ke kterému dochází nejčastěji ve volných prostranstvích, na vyvýšených místech, znamená většinou smrt nebo velmi vážná poranění. Riziko zvyšuje jakýkoli předmět, zejména kovový, převyšující úroveň postavy. Pravděpodobnost přežití u přímého zásahu zvyšují dva faktory. A to, že výboj trvá velmi krátkou dobu. Nebo za určitých okolností prochází tělem pouze malá část výboje a zbytek v podobě elektrického oblouku obtéká povrch těla. Velmi důležité je nestát v bezprostřední blízkosti nejvyššího bodu nebo v okruhu padesáti metrů od něj.

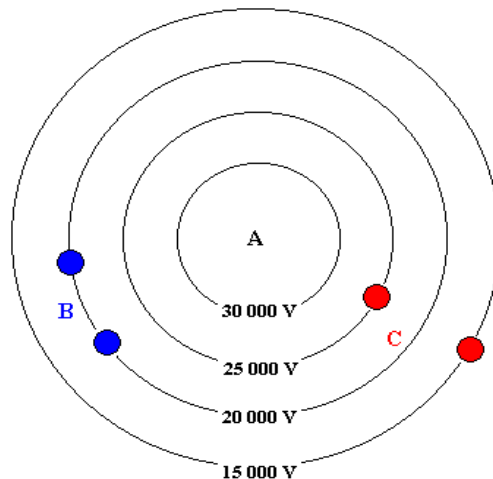


I když blesk nezasáhne člověka přímo, ale udeří v jeho blízkosti, může to znamenat bezprostřední ohrožení života. Tato situace bývá také daleko častější. Z přímo zasaženého objektu je vlastně přes lépe vodivou osobu stojící blízko svedena část výboje. Je to tzv. zkratový můstek. Typickým příkladem je zasažení osob ukrytých pod osaměle stojícími stromy nebo v malých jeskyních. Proto je lepší dodržovat několikametrový odstup od sebe, od osamocených stromů, od skalních věží. V uzavřeném lese je lepší vyhledat skupinku menších stromů.

Dalším důležitým faktorem je vedení výboje. Tento mechanismus je jasný na horských cestách zajištěných například ocelovými lany, řetězy, hřebíky podobně. Zde se může výboj šířit i na velkou vzdálenost od místa zásahu. Stejně tak může být nebezpečné telefonování pevnou linkou. Uvnitř budovy se může blesk šířit elektrickým vedením, stejně tak je nebezpečná i manipulace s tekoucí vodou (Truhlář, Urgmed 3/2010).

Při úderu blesku do země se proud šíří všemi směry cestou nejmenšího odporu. Zde si musíme dávat velký pozor na tzv. krokové napětí. Vytváří se ekvipotenciální linie, přibližně kruhovitého charakteru, jejichž střed leží v místě úderu blesku. Každá z těchto linií je charakterizována určitým napětím, klesajícím se vzdáleností od místa úderu. Člověk stojící oběma nohama na jedné ekvipotenciální linii, není krokovým napětím ohrožen. Člověk stojící jednou nohou na ekvipotenciální čáře 10 000 V a druhou na čáře 20 000 V v ohrožení je. Rozdíl potenciálů je pro něj 10 000 V a toto napětí je pro člověka velmi nebezpečné a může končit až smrtí. Na krokové napětí je potřeba myslet i při první pomoci postiženým v případě spadlých drátů vysokého napětí. V případě bouřky v terénu je tedy také důležité, přečkat toto pokud možno s jediným bodem dotyku se zemí (Königová 2010).

**Obr. č. 2 Krokové napětí** - Člověk B stojí tak, že obě dvě jeho nohy (modré kroužky) jsou na jedné ekvipotenciální čáře (stojí s nimi rovnoběžně). Výsledný potenciál je pro něj proto  $20\,000\text{ V} - 20\,000\text{ V} = 0\text{ V}$ . Ale druhý člověk (C) stojí jednou nohou na ekvipotenciální čáře  $15\,000\text{ V}$  a druhou nohou na čáře  $25\,000\text{ V}$  (kolmo na ekvipotenciální čáry). Rozdíl potenciálů je pro něj proto  $25\,000\text{ V} - 15\,000\text{ V} = 10\,000\text{ V}$ . A napětí o velikosti  $10\,000\text{ V}$  už je schopné zabít člověka. A tak, i když jsou oba lidé ve stejné průměrné vzdálenosti od místa úderu blesku, první může vyváznout bez úhony, zatímco druhý vyvázne jen stěží. A právě výše popsany jev se nazývá krokové napětí.



Zdroj: <http://archiv.astronomie.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=719>

Tlaková vlna vzniká intenzivním zahřátím plazmatu bleskového kanálu s následným rozpínáním vzduchu. Je příčinou i silného akustického efektu v podobě hromu. Tlaková vlna může způsobit poranění vnitřních orgánů obdobně jako při explozi.

Klinické projevy jsou pestré od přechodné zmatenosti a oslepnutí, většinou spojené s přechodnou paralýzou svalstva a amnézií. Bezprostřední příčinou smrti je kardiopulmonální zástava. Srdeční arytmie jsou méně časté, příčinou srdeční zástavy bývá často dlouhodobá apnoe způsobená paralýzou dechového centra. Svalové kontrakce mohou mít za následek zlomeniny skeletu. Dalším projevem může být krvácení do mozku, ruptura ušních bubínků, edém mozku a následné bezvědomí. Může také dojít k poškození vnitřních orgánů s následným krvácením.

Z lokálních známek poranění to mohou být tzv. Lichtenbergovy obrazce /viz. přílohy/. Je to vlastně specifická stromkovitá struktura na kůži, vytvořena proudem, který se šíří po povrchu kůže, v místech s nejmenším odporem. Při zkoušce kapilárního návratu se tyto obrazce chovají jako popálenina I. stupně. Po 2-3 dnech je již nelze prakticky identifikovat. Dále to mohou být hluboké nekrózy v místě vstupu a výstupu.

### **3.5 Péče o úrazy elektrickým proudem**

Můžeme zde zahrnout urgentní opatření, která stav vyžaduje, včetně resuscitace, ošetření popálenin a následnou péči o postižené v nemocničním zařízení.

#### **3.5.1 Urgentní opatření a první pomoc**

- Důležité je vždy myslet na vlastní bezpečnost, sami se nesmíme dostat do elektrického obvodu, v němž se postižený nachází.
- Vždy musíme jako první přerušit působení elektrického proudu vytažením napájecí šňůry nebo vypnutím hlavního jističe nebo přerušit elektrický obvod zkratováním či vhozením vodiče. Pokud se elektrický obvod nepodaří přerušit, pak se pokusíme o zrušení kontaktu postiženého s elektrickým vedením, oddálit ho z okruhu dlouhým nevodivým izolačním, nejlépe dřevěným předmětem.
- Pozor na krokové napětí, přibližovat se k postiženému drobnými krůčky.
- Zvláště pozor ve vlhkých místnostech, kde je vodivost daleko vyšší.
- U úrazů vysokým napětím zvýšeně dbát vlastní bezpečnosti, to znamená nedostat sami sebe do ohrožení života. Elektrický proud přeskakuje formou el. oblouku, když se přiblížíme ke zdroji vysokého napětí. Bezpečný odstup

je minimálně pět metrů. Naše pomoc se v tuto chvíli omezuje jen na tísňové volání. Záchranu postiženého z nebezpečné zóny provádí zásadně kvalifikovaní pracovníci. Zde se uplatňuje IZS a jeho odborné postupy.

- Uhašení plamenů a odstranění doutnajícího oblečení a obuvi, šperků a kovových předmětů.
- Po vyproštění postiženého z nebezpečné zóny je třeba ho ošetřit. Zkontrolovat vědomí, dechovou aktivitu a oběhový systém. Nejsou-li vitální funkce zachovány, pak provést opatření k záchraně života, zahájit laickou KPR. Ta má přednost před ošetřením popálenin.
- Privolat ZZS, popřípadě požádat jinou osobu o zavolání pomoci.

(Keggenhoff, 2003)

### **3.5.2 KPR**

Většinou navazuje na laickou první pomoc, kdy je postižený již mimo kontakt s elektrickým vedením. V případě zástavy oběhu a dechu je prováděna obnova základních životních funkcí. Je málo pravděpodobné, že v místě úrazu bude přítomný automatizovaný externí defibrilátor /AED/. Proto je laická první pomoc omezena jen na srdeční masáž s umělým dýcháním.

Nejčastější úvodní arytmií je fibrilace komor, ta se vyskytuje po zásahu střídavým proudem o vysokém napětí. Pak zahajujeme KPR defibrilací. Nelze-li fibrilaci komor objektivizovat, pak defibrilujeme i tak „naslepo“. Po výboji stejnosměrným proudem je obvyklejší asystolie. Ta může také vzniknout v důsledku dlouhé apnoe při paralýze svalstva a dechového centra. Pak zahajujeme srdeční masáží. KPR provádíme vždy, dle standardního protokolu ALS /guidelines 2011/.

U elektrotraumat provádíme vždy prolongovanou KPR, a to i tehdy, když se zdá doba kardiopulmonální zástavy dlouhá. V KPR je třeba neustávat, pokud se neobjeví jasné známky smrti. Agresivní prolongovaná resuscitace u úrazů elektrickým proudem, zvláště o vysokém napětí a bleskem má význam. Bylo prokázáno, že působením elektrického proudu ustává intracelulární metabolismus /elektrická hibernace/, tento stav může být tedy reverzibilní. I po prolongované zástavě lze obnovit vitální funkce bez trvalých neurologických komplikací (Pokorný, 2004).

### 3.5.3 Ošetření popálenin v PNP

Vedle okamžitých opatření k záchraně života spočívá první pomoc zejména v ošetření popálenin, které nejvíce ohrožují život postiženého (Keggenhoff, 2003).

- Ošetření popálených ploch předchází zhodnocení nutnosti orotracheální intubace a ventilace pacienta. Dle stavu postižení u pacientů v bezvědomí, u pacientů s podezřením na inhalační trauma a při podezření na intoxikaci oxidem uhličitým a u popálenin obličeje a krku, provádíme ihned orotracheální intubaci v analgosedaci podané intravenózně. Zahájíme UPV 100% kyslíkem. Dále je důležitá imobilizace C páteře.
- Dále zhodnotíme rozsah a hloubku popálení. Chlazení postižených ploch, hlavně při popálení obličeje, krku a rukou. Chladíme jen menší plochy, nikdy ne celý povrch těla nebo rozsáhlejší plochy. Mohli bychom tím ještě zhoršit tkáňovou perfúzi a podpořit mechanismus šoku. Nejvhodnější teplota pro chlazení je 8 stupňů Celsia. Nechladíme vůbec při rozsahu větším než 5% u batolat, 10% u dětí od 2 do 10 let, 15% plochy od 10 do 15 let a 20% plochy u dospělého. Neuvážené chlazení vede k vazokonstrikci, hypotermii s následnou bradykardií, event. fibrilací komor a srdeční zástavou.
- K chlazení používáme: chladicí roušky, sterilní roušky polité studených infúzním fyziologickým roztokem, dále je možné v PNP šetrně oplachovat

tekoucí vodou. Ve výbavě zdravotnických záchranářů se v současné době také nachází přípravek Water jel. Je to samostatný gel, nebo gel na gáze z neionizované vody doplněný ingrediencemi zajišťující jeho stabilitu a trvanlivost. Odnímá z popáleniny teplo a zároveň má analgetické účinky. Popálenou plochu především sterilně kryjeme.

- Mohutnou tekutinovou resuscitaci zahajujeme jako součást protišokové terapie u dětí do dvou let s popáleninou více jak 5% jejich tělesného povrchu. U dětí 2-10 let 10%, u dětí 10 – 15 let 15% a u dospělých s více jak 20% tělesného povrchu. Zajištíme 2 i.v. periferní vstupy kanylami s co největším průsvitem. Pokud to není možné, druhou volbou je intraoseální přístup. Pro výpočet tekutinové resuscitace popálených používáme Brookovu nebo Parklandovu formuli, pomocí které vypočteme množství tekutin pro prvních 24 hodin.  
**Dle Brooka:**  $3\text{ml} \times \text{tělesná hmotnost pacienta v kg} \times \% \text{ postižené plochy}$ .  
**Dle Parklanda:**  $4\text{ml} \times \text{tělesná hmotnost v kg} \times \% \text{ popálené plochy}$ . První polovinu tohoto množství podáme v prvních osmi hodinách a druhou polovinu množství tekutin během následujících šestnácti hodin. Používáme krystaloidní roztoky, Ringer laktát, popřípadě Hartman roztok pro svůj alkalizující účinek.
- Udržet dobrý výdej moči k usnadnění vyloučení produktů poškození tkání. Při transportu pacienta do specializovaného zařízení trvajícím déle než hodinu zavést močový katetr a monitorovat diurézu.
- Escharotomie jsou uvolňující nářezy. Při cirkulárním popálení obličeje, krku, hrudníku a končetin vzniká koagulační nekróza, která se smršťuje a pod ní vzniká edém. Ten spolu s nekrózou utlačuje hluboké struktury pod nimi. V PNP řešíme urgentně především cirkulární popálení krku, kdy provedení nářezů je výkon z vitální indikace, jelikož během několika minut může dojít k ischemii mozku. K tomuto provedení není nutná anestezie, stačí dostatečná analgosedace, tvrdá nekróza je necitlivá, incize by měla být nebolestivá. Po zákroku je nutné uvolňující nářez sterilně překrýt, abychom zabránili vstupu infekce.
- Po celou dobu adekvátní analgezie a sedace. Podání zásadně intravenózně.

- Tito pacienti jsou indikováni k transportu do popáleninových center. Správný a šetrný transport pacienta. Dle indikace, zejména u popáleninového traumatu transport pacienta na specializované pracoviště přímo z terénu. Informovat specializované pracoviště. Základní údaje o pacientovi. Optimální je využití letecké záchranné služby. Uvést věk, pohlaví, rozsah popálené plochy, její lokalizaci, orientační hloubku popálených ploch a způsob ošetření a zajištění pacienta. Dále předpokládaný čas příjezdu. Sekundární transporty musí být domluveny dopředu mezi oběma pracovišti (Brož, Lojda, Urgmed 3/2012)

### 3.5.4 Následná nemocniční léčba

- 24 hodinová observace a monitorace EKG při elektrotraumatu nízkým napětím (Drábková, 2002)
- Úprava vnitřního prostředí, zajištění elektrolytové rovnováhy a korekce metabolické acidózy.
- Včasné podání náhradních krystaloidních roztoků, forsírovaná diuréza 20% Manitolem, jako prevence poškození ledvin při myoglobinurii, způsobené poškozením svalstva.
- Léčba arytmií a oběhová podpora.
- Dlouhodobá ventilační podpora při stavech po KPR, dále z důvodu několik hodin přetrvávající svalové paralýzy a u pacientů s těžkými popáleninami a pacientů v bezvědomí.
- Urgentní řešení polytraumatu /vnitřní krvácení, fraktury kostí, imobilizace páteře a krční páteře/.
- Časná chirurgická intervence u pacientů se závažným termickým postižením.
- Pátrat po známkách kompartment syndromu, kde je potřeba provést fasciotomie.
- Heparinizace po vyloučení vnitřního krvácení.
- Analgetizace, sedace pacienta.

- Profylaxe tetanu
- Antibiotická terapie. Dle Pokorného (Urgentní medicína, 2004) se antibiotika nepodávají. Pouze u poranění střeva. Dle Ševčíka (Intenzivní medicína, 2003) se popáleniny považují za primárně infikované rány, a proto se podání antibiotik indikuje již při přijetí pacienta do nemocnice.
- Definitivní ošetření popálených ploch, rekonstrukční výkony.
- Rehabilitace.



# PRAKTICKÁ ČÁST

## 4 KAZUISTIKA Č. 1 - ZASAŽENÍ BLESKEM

### ANAMNEZA

#### **Popis situace:**

**Podmínky:** srpen, sobota, horký letní den, teplota vzduchu 30 st. C. Kolem 16. hodiny v dané lokalitě začíná letní bouřka.

**Místo události:** Cca 500 m pod vrcholem hory Vozka, v zalesněné části. Hora Vozka (1377 m) se nachází v Hrubém Jeseníku mezi Červenohorským a Ramzovským sedlem. Na vrcholu hory jsou výrazná skaliska s výškou až 7 m. Červená turistická trasa, Ramzová, Vozka, Volská louka, Branná.

**Vzdálenost** výjezdových stanovišť Zdravotnické záchranné služby (dále jen ZZS), v dané spádové lokalitě. Nejbližší výjezdové stanoviště vzdálené 13 km, je výjezdové stanoviště RZP Hanušovice. Nejbližší stanoviště RLP se nachází v Jeseníku, vzdáleném 22 km a RLP Šumperk vzdálené 30 km. LZS Olomouc za daných klimatických podmínek není k dispozici. Vzhledem k špatné dostupnosti pro motorová vozidla, nelze dojet až k místu události. Od rozcestníku nad Volskou loukou je nutné ještě cca 40 min ostré chůze do kopce s plným vybavením.

**Síť zdravotnických zařízení:** Nejbližší zdravotnické zařízení v Šumperské nemocnici vzdálené 35 km. Nejbližší Traumacentrum v Olomouci vzdálené 95 km.

**Průběh události:** Pětičlenná skupinka mladých lidí, tři dívky a dva mladí muži, vyrazila po turistické červené trase z Ramzové kolem 14. hodiny na výšlap. Kolem 16.

hodiny se nacházeli v oblasti hory Vozka, kde je zastihla silná letní bouřka. Proto se snažili sestoupit z hřebenu níže, a to po žluté turistické trase vedoucí do nejbližší obce Branná. Asi 500 m pod hřebenem, již v lese, je pravděpodobně celá skupina (dle popisu zúčastněných) zasažena bleskem. Chvíli jsou všichni „bez sebe“, poté uvidí na zemi bezvládné tělo jednoho z nich. Nereaguje, nedýchá. Zahajují laickou resuscitaci, nepřímou srdeční masáž a dýchání z úst do úst. Přes linku 112 volají o pomoc.

## **KATAMNÉZA**

### **Průběh zásahu u pacienta po úrazu bleskem**

#### **16:29 hodin**

Převzetí výzvy linkou 112. Volající je jedna ze skupiny. Oznamuje, že byli zřejmě zasaženi bleskem a jeden z nich zůstal bezvládně ležet na zemi a nedýchá. Snaží se co nejlépe popsat místo, kde se pravděpodobně nachází. Oznamuje, že provádějí srdeční masáž a dýchání z úst do úst. Je velmi rozrušená a dožaduje se co nejrychlejší příjezd jakékoli pomoci. Call-taker linky 112 svědkyni uklidňuje, vyzývá ji k tomu, aby zůstali dostupní na příjmu. Hovor ukončuje.

#### **16:31 hodin**

Předání výzvy z linky 112 prostřednictvím počítačového programu KZOS v Olomouci.

#### **16:32 hodin**

Dispečer KZOS kontaktuje svědkyni události telefonem. Ověřuje výzvu, vyhodnocuje situaci, snaží se získat co nejpřesnější údaje o místě události. Dispečer předává svědkyni kolegovi, ten zahajuje TANR. Sám předává výzvu posádce RZP Hanušovice a aktivuje HS.

#### **16:33 hodin**

Převzetí výzvy a výjezd RZP Hanušovice.

### **16:48 hodin**

Převzetí výzvy a výjezd posádky RLP Šumperk, která byla do této chvíle na jiném výjezdu.

### **16:50 hodin**

Posádka RZP Hanušovice se nachází u rozcestníku nad Volskou loukou, kde jsou nuceni zanechat sanitní vůz a s plným vybavením, včetně defibrilátoru se vydávají pěšky na místo události. Na tomto místě již posádce RZP nefunguje spojení přes spojovací techniku s linkou 155. Během cesty ze základny na místo předává dispečer KZOS posádce kontakt na HS. Telefonicky jsou tedy ve spojení. HS, která je již na místě jim upřesňuje trasu. Místo události se nachází ještě asi 3 km od sanitního vozu. Terén je náročný na stoupání a cesta je navíc komplikována přívalovým deštěm.

### **17:14 hodin**

Posádka RLP Šumperk přijíždí na místo rozcestníku nad Volskou loukou, kde se již nachází zaparkované auto RZP Hanušovice. Lékařka se spojuje s posádkou soukromým telefonem a ujistiňuje se, že všechny věci potřebné k zásahu v terénu již posádka RZP Hanušovice má. Ti ještě zdaleka nejsou na místě události a pokračují v cestě horským terénem za velmi nepříznivého počasí.

### **17:30 hodin**

Posádka RZP na místě události. Zde již HS ,mimo jiné vybavena externím automatickým defibrilátorem, který pro asystolii nedoporučil výboj. Nadále pokračují v KPR. Hustě prší, fouká silný vítr, bouřka neustává. Posádka RZP zhodnocuje objektivní stav pacienta. Zornice mydriatické bez fotoreakce, apnoe, pulz na a. karotis nehmatný, periferie podchlazená, hlava i tělo bez zjevných známek poranění. RZP pokračuje v nepřímé srdeční masáži, provádí dýchání ambuvakem s připojeným 100% kyslíkem a průtokem 10 l /min. v poměru 30:2. Na monitoru defibrilátoru LP 15 na EKG asystolie.

### **17:48 hodin**

Příchod posádky RLP na místo události. V tuto chvíli trvá resuscitace, včetně laické cca 70 min. Lékařka na místě vyhodnocuje objektivní stav pacienta. Mydriáza

bez fotoreakce, apnoe, pulz na a. karotis nehmatný, tělo podchlazené, barva kůže mramorovaná. Na EKG asystolie. Vzhledem k mladému věku pacienta a předchozímu dobrému zdravotnímu stavu, i vzhledem k okolnosti podchlazení těla vlivem klimatických podmínek se lékařka rozhoduje pokračovat v kardiopulmonální resuscitaci. Dalším důvodem je také indikace prodloužené resuscitace při úrazu elektrickým proudem a bleskem. Lékařka provádí OTI za kontinuálně prováděné srdeční masáže. Po předchozí běžné kontrole balónku orotracheální kanyly č. 8 za pomoci laryngoskopu zajišťuje dýchací cesty. Dutina ústní je čistá, bez známek svědčících pro aspiraci, bez jakékoliv reflexní reakce na OTI. Kontrola správného zavedení pomocí fonendoskopu, fixace kanyly ve vzdálenosti 23 cm od zubů pacienta. Záchranář provádí připojení na UPV. Lékařka nastavuje parametry ventilátoru. Současně záchranáři RZP posádky zajišťují i.v. vstup. Během následujících 15 minut rozšířené KPR je podáno celkem 9 mg adrenalinu i.v. a 300 ml fyziologického roztoku. Během této činnosti lékařka mluví se svědky události, odebírá anamnézu a snaží se zjistit co nejpřesnější informace o tom, jak k úrazu bleskem došlo. Svědci jsou velmi rozrušeni, jedna z nich byla přítelkyní postiženého. Jsou vyčerpaní v důsledku nepříznivého počasí a poskytováním laické KPR. Jejich informace jsou chudé, opakují jen to, co již řekli posádce RZP. Lékařka zjišťuje, že byla pravděpodobně zasažena celá skupina “krátce byli všichni ochromeni“, on jediný zůstal ležet bezvládně na zemi.

### **18:20 hodin**

Na místo přicházejí dobrovolní hasiči z obce Branná, kteří byli svoláni na pomoc místním rozhlasem po intervenci KOS HZS.

### **18:43 hodin**

Vzhledem k informacím, délce trvání KPR a k objektivnímu stavu pacienta lékařka ukončuje neúspěšnou resuscitaci a konstatuje smrt. Jasně známky smrti, rozvoj posmrtných skvrn, tuhnutí čelistní kloub. Exitus letalis dne 18.7 2009 18:43 hodin.

### **18:45 hodin**

Mrtvý je odpojen od defibrilátoru, od UPV, je extubován a zrušena i.v. linka Tělo je přikryto papírovým prostěradlem.

### **18:55 hodin**

Dispečer KOS je informován o úmrtí pacienta. Lékařka žádá o přivolání pohřební služby. Tělo zemřelého je položeno na transportní plachtu a odnášeno k sanitním vozům za pomoci HS a dobrovolných hasičů. Stále hustě prší, povrch je silně podmáčený a klouže. Transport je velmi obtížný a v nesení těla se musí střídat.

### **19:45 hodin**

Téměř po hodině přichází obě posádky i s HS a hasiči s tělem zemřelého k sanitním vozům na rozcestí Volská louka. Zatímco vyčkávají na příjezd pohřební služby, lékařka rozhoduje o nutnosti observace zbývajících členů turistické výpravy. Ti jsou zabaleni do termických fólií a suchých dek z auta dobrovolných hasičů. Vzhledem k vyčerpání a prochlazení posádky RZP Hanušovice je odesílá zpět na základnu. Současně žádá dispečink o dojezd nové posádky RZP Šumperk z důvodu transportu ostatních pacientů. Ve zbývajícím čase vyplňuje lékařka potřebnou dokumentaci.

### **20: 10 hodin**

Na místo přijíždí pohřební služba. Pohřební službě je předáno tělo s vyplněným Listem o prohlídce mrtvého, Průvodním listem ke zdravotní pitvě a Příkazem ke zdravotnímu transportu. Tělo je odváženo přímo k pitvě do Ústavu soudního lékařství v Olomouci.

### **20:15 hodin**

Lékařka poděkuje všem, kteří se zásahu zúčastnili. Na místě posádka RZP Šumperk, které předává dva pacienty a odesílá je k observaci do Šumperské nemocnice s diagnózou stp. zásahu bleskem. Další dva pacienty odváží posádka RLP Šumperk.

### **20:45 hodin**

Předání všech čtyř pacientů na Centrálním příjmu Šumperské nemocnice.

### **20:54 hodin**

Návrat posádek RLP a RZP Šumperk na základnu, zde ukončují výjezd prostřednictvím terminálu ve vozech. Posádky pokračují v úklidu sanitních vozů, přístrojů a doplnění materiálního vybavení a použité dokumentace.

## ANALÝZA A INTERPRETACE

Převzetí výzvy včetně potřebných informací tísňovou linkou 112 a její předání na linku 155 proběhlo ve velmi krátkém časovém intervalu. Vyhodnocení výzvy dispečerem KZOS proběhlo také velmi rychle, ihned byla aktivována nejbližší posádka RZP. V tuto chvíli musel dispečer správně vyhodnotit, zda bude rychlejší vyslat za posádkou RZP posádku RLP Zábřeh nebo RLP Šumperk. RLP Jeseník byla v tuto chvíli na výjezdu v Javorníku. RLP Zábřeh byla sice dostupná ale o 15 km vzdálenější, zatímco posádka RLP Šumperk bližší, ale v tuto chvíli ještě ukončovala předchozí výjezd. Dispečer usoudil, že obě posádky by byly na místě přibližně ve stejnou chvíli, proto se rozhodl nechat posádku RLP Zábřeh na místě, aby byla dosažitelná ve svém územním obvodu a taktéž dosažitelná pro územní obvod Šumperka.

Rychlé zapojení druhého dispečera umožnilo provádět s přítomnými TANR po telefonu, a sám současně aktivoval HS, která byla na místě události jako první. Díky spolupráci s HS získal dispečer přesné informace o místu události. Také si ujasnili místo, kam až je možný dojezd sanitních vozů, odkud a kterým směrem musí posádky pokračovat pěšky. Činnost pracovníků KZOS lze tedy hodnotit kladně, byla provedena dle daných postupů a doporučení.

Komunikace mezi dispečinkem a posádkami RLP a RZP vozidlovými radiostanicemi a služebním telefonem fungovalo pouze do chvíle, než opustily sanitní vozy. Opět se projevilo, že operátor zajišťující spojení v našem regionu, nemá na některých místech dobré pokrytí. V tuto chvíli byly posádky odkázány na své soukromé telefony s jiným operátorem a na spojení s HS, jejíž telefonní číslo jim dispečink při předchozí komunikaci poskytl. Převzetí výzvy a výjezd posádky RZP proběhl v časovém limitu. Výjezd posádky RLP byl zpožděn o 15 minut, což bylo dáno jejich účastí na jiném výjezdu. Při jízdě obou posádek byla použita výstražná zařízení světelná i akustická, což odpovídalo naléhavosti výzvy.

Jednou z největších komplikací však byly nepříznivé klimatické podmínky. Silná bouřka, přívalový déšť, nárazový vítr. Také náročný terén, prudké stoupání lesem a podmáčená půda znesnadňovaly a také prodlužovaly posádkám příchod na místo události. I vybavení, které s sebou museli vzít bylo v těchto podmínkách velkou zátěží.

Největším přínosem pro celý zásah byla spolupráce s HS. Díky spojení s HS byly posádky dobře navigovány k cíli, což jejich příchod určitě urychlilo. Navíc byla na místě jako první a vybavena AED. Do příchodu RZP pokračovali členové HS v laické KPR a vystřídali tak již tak vyčerpané svědky. Výhodou také bylo, že jeden ze zasahujících členů HS byl záchranář, zaměstnanec téže ZZS. Na místě zhodnotil, že KPR poskytovaná svědky navzdory dobře vedené TANR, zřejmě nebyla dostatečně prováděna. Spolu s kolegy se snažili o co nejúčinnější srdeční masáž. Jejich AED vyhodnotil srdeční rytmus jako asystolii, tudíž nedoporučil defibrilační výboj.

KPR prováděná posádkami RLP a RZP byla na profesionální úrovni dle standardu KPR. Výsledek však byl negativně ovlivněn již výše zmíněnými komplikacemi a tím danou časovou prodlevou.

Rozhodnutí lékařky o pokračující KPR po celkem 70 minutách trvající KPR laické a KPR rozšířené prováděné RZP bylo ovlivněno hlavně věkem a předchozím dobrým zdravotním stavem pacienta. Jistou nadějí dával stav podchlazení těla. Velmi objektivním důvodem byl také fakt, že u úrazu bleskem je indikována prolongovaná KPR, což je uvedeno a vysvětleno v teoretické části. Lékařka připouští i etický rozměr, který přispěl k jejímu rozhodnutí. Na druhou stranu v terénních podmínkách nebylo možné stupeň hypotermie ověřit a možnosti ohřívání byly omezeny pouze na zevní pasivní pomoci termofolie. I tato jediná možnost zabalit pacienta do termofolie během prováděné KPR za trvalého deště byla prakticky téměř neproveditelná.

Informace dispečinku o neúspěšné KPR a žádost o přivolání pohřební služby nebyla podána bezprostředně po jejím ukončení, jak vyžaduje správný postup dle interních směrnic ZZS, ale až po snesení těla k sanitním vozům. Důvodem bylo již několikrát zmiňované špatné mobilní a radiové spojení.

Tělo mrtvého bylo zabaleno a předáno i s osobními věcmi pohřební službě. Lékařka správně rozhodla o provedení zdravotní pitvy, řádně vyplnila Záznam o výjezdu a další potřebnou dokumentaci. Její rozhodnutí o nutnosti observace dalších čtyř zúčastněných bylo také velmi správné, jelikož z jejich výpovědi vyplývalo, že pravděpodobně zasaženi byli. Výboj blesku v blízkosti člověka vede ke zmatenosti a k přechodné motorické paralýze. 24 hodinová observace a monitorace je indikována.

Za zamyšlení stojí i riziko, které členové obou posádek RLP, RZP, ale i HS a dobrovolných hasičů podstoupili. Z rozhovoru se členy RZP vyplývá, že si nebezpečí připouštěli, jelikož se pohybovali v silné bouřce mezi stromy a skalami. Posádka RLP již na toto nebezpečí nepomýšlela, protože se stejným terénem pohybovali asi o 30 minut později, kdy se již bouřka vzdalovala. Je zřejmé, že členové posádek byli potencionálně ohroženi na vlastním zdraví a životě. Na tyto situace pamatuje Zákon o ZZS (sbírka zákonů č. 374/2011). V paragrafu 19, odstavec 3 se píše „Vedoucí výjezdové skupiny je oprávněn rozhodnout o neposkytnutí přednemocniční neodkladné péče v místě události v případě, pokud by při poskytování přednemocniční neodkladné péče byly bezprostředně ohroženy životy nebo zdraví členů výjezdové skupiny.“

Součinnost IZS lze hodnotit kladně, spolupráce mezi jednotlivými složkami byla výborná.



## **DISKUSE**

Při srovnání postupů a doporučení uvedených v teoretické části bakalářské práce s postupem a činnostmi posádek ZZS a dalších složek IZS, které jsou uvedené v kazuistice, bylo zjištěno, že od přijetí výzvy, její vyhodnocení, předání, aktivace ZZS a dalších složek IZS, jejich vzájemná spolupráce, tak i odborná činnost zdravotníků nevykazovala podstatné nedostatky. Zvláště lze vyzvednout aktivitu HS.

Dlouhá doba dojezdu, až na místo události nebyla způsobena chybami či nekvalifikovaným postupem jednotlivých členů, ale byla dána vnějšími faktory technickými, terénními a klimatickými. Za technické lze považovat špatné mobilní a radiové spojení. Za terénní nedostupnost místa pro sanitní vozy a klimatické nepříznivé počasí. Obecně terénní a klimatické podmínky při zásazích ZZS nejsme schopni ovlivnit. Technické faktory, které se v daném případě podílely na prodloužení času dojezdu a znesnadňovaly komunikaci mezi jednotlivými účastníky události, ovlivnitelné jsou. Tato skutečnost by mohla být podnětem pro rozhodnutí změnit mobilního operátora.

## **ZÁVĚR**

Závěry, které vyplývají z vyhodnocení této kazuistiky jsou zřejmé. Za prvé je to nezbytnost dobré spolupráce všech složek IZS a její velký význam a přínos při záchraně lidského života. Za další je to vždy si uvědomovat rizika, která všem členům posádek IZS při jejich práci hrozí. Zvláště posádky ZZS by měli podstoupení těchto rizik vždy zvážit a samy se nevystavovat ohrožení vlastního zdraví a života. Důkazem toho, že šlo v této kazuistice o úraz bleskem, je pitevní protokol, jehož kopie je přiložena v přílohách. Ožehnutí oděvu, kůže a ochlupení v oblasti pubické svědčí o uplatnění mechanismu krokového napětí. Dále chci připomenout jak důležité je znát standardní postupy a odborná doporučení včetně specifík pro některé stavy (prolongovaná KPR u úrazu bleskem) ohrožení života a pro jejich záchranu.

## 5 KAZUISTIKA Č. 2 - ÚRAZ VYSOKÝM NAPĚTÍM

### ANAMNÉZA

#### **Popis situace:**

**Podmínky:** úterý 23.8 2011, teplý letní den, sucho, před 20. hodinou, v průběhu zásahu se stmívá

**Vzdálenost** výjezdových stanovišť od místa události: 4 km je základna ZZS Šumperk, kde na denní službě jedenkrát RLP + 3 posádky RZP a na noční službě 1 posádka RLP + 2 posádky RZP. Dojezd posádek na místo události cca 5min. Základna LZS se nachází v Olomouci, čas doletu na místo události cca 12 min.

**Sít' zdravotnických zařízení:** Šumperská nemocnice s.r.o vzdálená 4 km, Fakultní Nemocnice Olomouc vzdálená 63 km.

**Místo události:** Výběh pro koně, blízko silnice za bývalou STS Vikýřovice. Na louce nerovný terén, zvlněná, rozježděná, ale tvrdá, suchá půda, hodně kamenitá, místy i větší kámen. Ve výběhu se nachází elektrický sloup s vedením vysokého napětí. Vikýřovice je obec, která bezprostředně navazuje na město Šumperk v jeho severní části. Převážná část trasy, kterou musí sanitní vozy urazit je po hlavní silnici I. třídy č. 11, protínající 6 křižovatek, z toho 3 křižovatky se světelným výstražným zařízením.

**Průběh události:** V podvečer, okolo 19.30 hodin jde skupina opilých mladíků kolem výběhu pro koně. Přelezou ohradu a v opilecké pýše se jeden z nich rozhodne vylézt na sloup elektrického vedení. Vylezl do výšky cca 8 m, mezitím se druhý z nich vydává za ním, údajně ho „zachránit“. Druhý mladík se nachází ve výšce asi dvou metrů, když první opilý mladík po zásahu elektrickým proudem řítí dolů. Sám padá leknutím v tu chvíli dolů. První mladík zůstává nehybně ležet na zemi, druhý z nich se snaží zvednout.

## **KATAMNÉZA**

### **Průběh zásahu u úrazu elektrickým proudem z pohledu ZZS**

#### **19:51 hodin**

Příjem tísňové výzvy na linku 112. Volající je dle jeho artikulace zjevně opilý, mluví zmateně. Call-taker ho uklidňuje a cílenými dotazy se snaží odebrat anamnézu. Po nějaké chvíli se dozvídá, že jde o pád z elektrického sloupu s vysokým napětím, dotyčný nereaguje a leží bezvládně na zemi. Ihned poté přes počítačový program aktivuje linku 155 v daném kraji, hasičský záchranný sbor a PČR.

#### **19:55 hodin**

Převzetí výzvy z linky 112 na linku 155

#### **19:56 hodin**

Dispečer KZOS na základě získaných informací předává výzvu posádce RLP Šumperk přes radiostanici přímo do vozu RV, jelikož přibližně dvě minuty před touto výzvou byla vyslána k ohledání zemřelého pacienta do Domova důchodců v Šumperku.

#### **19:57 hodin**

Posádka RV mění směr trasy a na místo události pokračuje tudíž autem RV značky Volkswagen Tiguan. Posádka je ve složení lékař, záchranář, řidič. Řidič zapíná výstražné světelné a zvukové zařízení. Asi v polovině cesty na ulici Jesenická předjíždí auto HZS, které jim dává přednost.

#### **20:02 hodin**

Posádka RV přijíždí na místo události. Prakticky chvilku za nimi posádka HZS. Na místě je nepřehledná situace. V ohradě pod sloupem elektrického vedení skupinka opilých kamarádů. Snaží se provádět KPR. Vzhledem k jejich zjevné opilosti lze jen těžko posoudit, jak celá laická resuscitace probíhala. Na silnici kolem ohrady početná skupina přihlížejících in-line bruslařů a cyklistů, kteří pouze radí. Posádka i s celou výbavou musí přelézt ohradu, jelikož vstup je na opačné straně výběhu.

### **20:03 hodin ( - 20:20 hodin)**

Lékař ihned vyšetřuje pacienta v bezvědomí a během toho se dovídá o pádu druhého pacienta. Ten je při vědomí, zjevně opilý a nařiká. Dává tedy pokyn řidiči, aby přivolal posádku RZP za účelem jeho ošetření. U pacienta v bezvědomí hodnotí GCS 1-1-1, zornice miotické, ale bez fotoreakce, apnoe, pulz na a. carotis nehmatný. Ihned zahajují KPR, srdeční masáž kardiopumpou a dýchání ambuvakem v poměru 30:2. Srdeční masáž provádí řidič, lékař klečí u hlavy a provádí dýchání. Záchranář mezitím připravuje Monitor/defibrilátor Lifepak 15 a přikládá pádla. Lékař vyhodnocuje srdeční rytmus jako fibrilaci komor a ihned indikuje defibrilační výboj. Záchranář nabíjí defibrilátor na 200 J a za použití gelu přikládá pádla. Po provedém výboji pokračují ihned v srdeční masáži. Poté záchranář lepí elektrody k trvalé monitoraci EKG křivky. Chystá odsávačku a pomůcky pro OTI. OTI je provedena pomocí laryngoskopu kanylou č. 8 a fixována ve vzdálenosti 22 cm u zubů. Po zavedení OTK je provedena laváž bronchů pro suspektní aspiraci zvratků a pacient je napojen na UPV. Lékař nastaví parametry ventilátoru Oxylog 3000 a poté se střídá s řidičem v nepřímé srdeční masáži. Záchranář zajišťuje dva periferní i.v. vstupy. Je aplikován adrenalin 1 mg a infúze F 1/1 500 ml.

### **20:06 hodin**

Příjezd PČR. Ta začíná ihned s vyšetřováním celé události. Z výpovědi vyplývá, že první mladík lezl v opilecké pýše na sloup elektrického vedení a v místě vedení drátů byl viděn záblesk. Poté se zřítíl bezvládně dolů. Druhý mladík, který lezl za ním, snad v úleku, už padal sám. PČR informaci o záblesku poskytuje posádce RLP, která resuscituje.

### **20:11 hodin**

Posádka RZP na místě. Začíná se věnovat druhému pacientovi. Práci jim znesnadňuje skupina opilých mladíků. V tom přicházejí členové HZS a snaží se zpacifikovat a odvést od místa skupinu radících a jinak obtěžujících kamarádů, kteří již značně znepříjemňují práci oběma posádkám záchranářů. Pomáhá jim v tom i PČR. Záchranář hodnotí stav druhého pacienta. Ten je při vědomí, dech cítit po alkoholu, je neklidný, vulgární, bolí ho údajně všechno. Oběhově stabilizovaný, hybnost všech končetin

zachována, bez parestézií. Na všech končetinách četné oděrky a drobné tržné ranky. Hlava je bez známek zranění, hrudník pevný a břicho měkké, palpačně nebolestivé. Je nasazen Schanzův límec, zajištěn i.v. vstup.

### **20:20 hodin**

Posádka RZP odváží pacienta s diagnózou stav po pádu ze dvou metrů, prostou opilstí a mnohočetnými povrchovými oděrkami na chirurgickou ambulanci Nemocnice Šumperk s.r.o.

RLP posádka asi po 15 min KPR zachycuje na EKG sinusový rytmus a hmatnou pulzaci na a. carotis. Lékař rozhoduje o dalším postupu. Informuje pomocí mobilního telefonu KZOS o úspěšné KPR a žádá o přivolání další posádky RZP za účelem transportu pacienta do nejbližšího traumacentra ve FN Olomouc. Toto předtím samozřejmě konzultuje se samotným traumacentrem.

### **20:22 hodin**

Ihned po úspěšném ukončení KPR nasazují pacientovi Schanzův límec a provádí vyšetření celého těla pacienta. Vzhledem k tomu, že dýchání nad levou plíčí je oslabené, na levé straně hrudníku je při pohmatu cítit krepitace, provádí jednorázovou punkci hrudníku pro suspektní PNO. Je provedena silnou punkční jehlou po předchozí dezinfekci kůže, v třetím mezižebří v medioklavikulární čáře. Punkce je negativní, vzduch neodchází. Poslechový nález nad levou plíčí se výrazně nemění. SPO2 je v tuto chvíli vzhledem ke krátké době od obnovy oběhu ještě nehodnotitelná. Lékař nenalézá objektivně známky zranění hlavy, břicho měkké, pánev stabilní. Na levé dolní končetině je zjevná deformita kolene a proximálního bérce. Zornice jsou stále izokorické, miotické, bez fotoreakce. AS je pravidelná, TK 98/45.

### **20: 33 hodin**

Příjezd druhé posádky RZP na místo události. Společně s posádkou RLP překládají šetrně pacienta na vakuovou matraci s ohledem na možné poranění páteře. V tuto chvíli se již stmívá. Velitel HZS rozhoduje, že vzhledem ke vzdálenosti vstupu do výběhu od sanitních vozů, urychlí transport pacienta. Pomocí motorových pil, členové HZS přeřezávají dřevěné latě ohrady a za jejich pomoci je pacient transportován do vozu RZP.

### **20:41 hodin**

Pacient je v sanitním voze ve vakuové matraci uložen na nosítka. Řádně připoután. Před zahájením transportu lékař kontroluje nastavení ventilátoru a upravuje jeho parametry. Záchranář spolu s řidičem chystají analgosedací směs, Midazolam Sufenta do lineárního dávkovače. Je podána také relaxace Arduanem. Záchranář nastavuje na Lifepaku 15 automatické měření tlaku po 10 minutách. EKG, SPO2 a CO2 jsou monitorovány kontinuálně. Lékař znovu provádí kontrolu stavu a reakce zornic, poslechově vyšetřuje plíce a pohmatem břicho. Konstatuje stav beze změn. Oběhově přetrvává mírná tachykardie a hypotenze. Do jedné i.v. kanyly je podán koloidní roztok Voluven 500 ml a do druhé je po vykapání F 1/1 podán Ringer roztok 500 ml.

### **20:46 hodin**

Posádka RV vozu se vrací bez lékaře na základnu ZZS Šumperk. Posádka RZP společně z lékařem a pacientem směřuje do FN Olomouc na Urgentní příjem.

### **20:54 hodin**

Návrat RV vozu na základnu ZZS Šumperk, řidič se záchranářem provádějí úklid vozu, doplňují spotřebovaný materiál a léky užití při KPR a zajišťování pacienta k transportu. Doplněna náhradní vakuová matrace a Schanzův límec.

### **21.00 hodin**

Během transportu se stav pacienta nemění. Po podání infúze Ringerova roztoku je podána ještě druhá infúze Ringer roztok 500 ml i.v. Kontinuální monitorace VF. Transport proběhl bez komplikací.

### **21.25 hodin**

Předání pacienta na UP FN v Olomouci. Obj.: pacient v bezvědomí, analgosedován, zornice izokorické, stále bez fotoreakce. AS pravidelná 95/min, přetrvává hypotenze. UPV, dýchání vlevo oslabené. Deformita proximálního konce tibie a kolene vlevo.

DG. při předání: stp. úrazu elektrickým proudem a stp. pádu z výšky 8 m, susp. fraktura žeber vlevo, susp. PNO vlevo, úraz kolene a tibie vlevo.

Pacient byl při předání ponechán ve vakuové matraci se Schanzovým límcem. Byly předány dva Záznamy o výjezdu. První, kde byl důkladně popsán stav na místě a průběh resuscitace, včetně dalšího ošetření pacienta a jeho zajištění k transportu. Druhý, kde byl popsán průběh transportu. Dále byly předány osobní věci, které měl pacient u sebe.

## **22.20 hodin**

Návrat posádky RZP s lékařem a základnu ZZS Šumperk. Úklid a mytí vozu, doplnění materiálu, léků a infúzí.

## **ANALÝZA A INTERPRETACE**

Převzetí výzvy linkou 112 její předání na linku 155 trvalo čtyři minuty. To bylo dáno opilostí volajícího a špatnou spoluprací s ním. Informace byla správně předána i ostatním složkám IZS.

Zpracování výzvy KZOS a její vyhodnocení bylo již rychlé a správné. Vzhledem k tomu, že měl dispečer informaci o pádu z výšky a bezvědomí, rozhodl primárně odeslat na místo události posádku s lékařem. V tomto konkrétním případě bylo tedy správné i odvolání posádky z jiného výjezdu. Toto rozhodnutí bylo snazší, jelikož se jednalo o ohledání těla zemřelého. Dispečer měl informaci pouze o jednom zraněném. Na místo tedy poslal pouze jednu posádku. Ta v tu chvíli byla v osobním voze RV a pokračovali tedy na místo události. Činnost KZOS lze tedy hodnotit jako správnou, bez zbytečných časových prodlev. TANR nebylo možné provést, protože přítomní svědci byli všichni značně opilí a komunikace s nimi velmi obtížná. Také první posádku RZP odesílá dispečer na místo události ihned, jakmile mu řidič RV-RLP předá informaci o druhém zraněném pacientovi.

Výjezd druhé posádky RZP je asi o osm minut zpožděn za převzetím výzvy od KZOS. Zpoždění je způsobeno tím, že ve chvíli kdy lékař posádku žádá, předává posádka RZP jiného pacienta v Šumperské nemocnici s.r.o. Samotný transport do FN v Olomouci tím není nijak opožděn, protože lékař žádá příjezd posádky RZP s časovým předstihem.

Posádka RLP přijela na místo události v krátkém čase, správně za použití výstražného světelného a zvukového zařízení, ale při zachování bezpečné jízdy. Správné bylo jejich rozhodnutí jet přímo k nejbližšímu místu, kde mohli ohradu přelézt a byli ihned u pacienta. Nezdržovali se tedy hledáním vjezdu do ohrady, který byl vzdálený přibližně 500 metrů od místa události a pro sanitní vozy velmi špatně přístupný.

Ihned po zhodnocení stavu zahájili KPR. Resuscitace proběhla dle standardu pro KPR. Po úspěšném ukončení KPR lékař provádí ihned fyzikální vyšetření celého těla. Při podezření na PNO provádí jednorázovou punkci hrudníku. Správná byla fixace a šetrná manipulace s tělem ve vakuové matraci a fixace hlavy a krční páteře pomocí Schanzova límce. Za zvážení však stojí, zda neměla být fixace krční páteře provedena ihned na začátku před zahájením resuscitace, vzhledem ke známému mechanismu úrazu, kterým byl pád z výšky osmi metrů po zásahu elektrickým proudem. Fixace krční páteře je indikována u každého pacienta, u kterého můžeme předpokládat úraz krční páteře na základě mechanismu úrazu, a to u pacientů při vědomí i pacientů v bezvědomí, vždy a až do té doby, než úraz krční páteře bezpečně vyloučíme pomocí zobrazovacích vyšetřovacích metod. Takže naložení Schanzova límce lze hodnotit jako chybu. Lékař nechal přivolat posádku RZP ihned, jak se na místě dozvěděl o druhém pacientovi. V tuto chvíli již zahajovali resuscitaci, tudíž neměli čas věnovat se druhému pacientovi, který nebyl v bezprostředním ohrožení života. Lékař dle pravidel ZZS informoval KZOS o úspěšné KPR. Správně rozhodl o transportu pacienta do nejbližšího Traumacentra ve FN Olomouc. To nejdříve konzultoval se sloužícím lékařem. S časovým předstihem nechal přivolat druhou posádku RZP, se kterou transport uskutečnil. Ani během transportu a předání nelze posádce RLP vytknout žádnou chybu. Transport proběhl bez komplikací. Pacient byl trvale monitorován, analgosedován a léčen. Dle interních směrnic ZZS OK byl správně informován sloužící personál Urgentního příjmu pomocí vozové radiostanice asi pět minut před dojezdem. Na Urgentním příjmu FN Olomouc byly předány veškeré informace o mechanismu úrazu, o průběhu resuscitace, následném ošetření a průběhu transportu. Totéž bylo správně podrobně popsáno v Záznamu o výjezdu. Pacient byl ponechán ve vakuové matraci se Schanzovým límcem.



Práce první posádky RZP, která ošetřovala druhého pacienta proběhla správně, rychle, včetně fixace krční páteře a zajištění i.v. vstupu. Pacient byl předán k dalšímu vyšetření na chirurgické ambulanci Šumperské nemocnice. Pád z výšky dvou metrů není indikací pro transport do Traumacentra.

HZS byl na místě události prakticky současně s posádkou RV-RLP. Členové HZS pomohli zdravotníkům sjednat klid pro jejich práci a během KPR a v závěru jim velmi usnadnili přípravu k transportu pacienta a jeho přenos do sanitního vozu. Také PČR byla na místě události v krátkém časovém intervalu. Při jejich vyšetřování byly získány od svědků informace, které potvrdily lékaři podezření na úraz elektrickým proudem. Součinnost všech složek IZS lze tedy hodnotit jako kladnou a přínosnou.

## **DISKUZE**

Při porovnání postupů a doporučení, která jsou uvedena v teoretické části bakalářské práce s postupem a činnostmi ZZS uvedenými v kazuistice bylo zjištěno, že průběh přijetí, vyhodnocení a zpracování výzvy proběhlo bez chyb. Spolupráce všech složek IZS a řešení komplikací na místě události nevykazovalo žádné zásadní nedostatky

Za drobnou komplikaci lze považovat stmívání se během zásahu posádek na místě, což zhoršovalo orientaci při práci. Větší komplikací byla opilost celé skupiny svědků události, což se projevilo ihned na začátku v nesnadné komunikaci s nimi při přebírání výzvy a v nemožnosti provádět TANR. Později jejich vulgární chování a obtěžování znesnadňovalo jejich práci. Tento problém však zvládli výborně členové HZS a PČR.

Práci záchranářů lze hodnotit velmi kladně. Za jedinou chybu lze považovat opožděné nasazení Schanzova límce až po KPR. Je zcela pravděpodobné, že tuto chybu lékař neučinil z neznalosti, ale spíše pod vlivem stresové a zpočátku nepřehledné situace mezi skupinou agresivních opilců.

Je však potřeba se z této situace poučit, jelikož výsledkem celkového vyšetření pacienta ve FN Olomouc bylo: nedislokovaná fraktura 1.,2.,12. Žebra vlevo, hemothorax a pneumotorax vlevo, aspirace do plic, fraktura proximální tibie vlevo. Tyto diagnózy lékař správně rozpoznal a spolu s posádkou ošetřil. Byla zde však i diagnostikována fraktura těl obratlů krční páteře C1-C2, léze disku C2-C3, subluxace C7 a léze disku C7-Th1 a kompletní léze míchy na úrovni krční páteře.

## **ZÁVĚR**

Při vyhodnocení této kazuistiky lze říci, že se potvrdila potřeba spolupráce všech složek IZS a z toho vyplívající nutnost provádět společná cvičení nejrůznějších krizových situací. Je také potřeba opakovat si postupy a doporučení v rámci práce samotných zdravotníků, záchranářů a lékařů ZZS, abychom se potom v praxi za vypjatých a stresových situací vyhnuli chybám.

## ZÁVĚR

Tématem této bakalářské práce je Elektrotrauma v přednemocniční péči. Tuto práci jsem rozdělil na dvě části. Část teoretickou a část praktickou se dvěma případovými studii.

V části teoretické jsem se zaměřil na popáleniny obecně a poté na elektrotraumata jako součást termických poranění. Jsem si vědom, že úrazy způsobené elektrickou energií nejsou v běžném životě až tak častou příčinou výjezdů záchranářů, nicméně následky těchto úrazů bývají často fatální. Nastínil jsem zde jak správně postupovat právě v těchto případech a návaznost první pomoci profesionálů na pomoc těch co bývají na místě jako první .

V praktické části Bakalářské práce jsem uvedl dvě kazuistiky, které mě zaujaly, a myslím si, že i veřejnosti by mohli nastínit práci na záchranné službě, stejně tak jako součinnost a důležitost propojení složek IZS. Právě tato vzájemná propojenost je často důležitá k včasné záchráně lidských životů, zvláště pak v případech fyzicky i psychicky náročných.

Tuto práci jsem se snažil koncipovat tak, aby byla srozumitelná i laické veřejnosti a jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazovaly. Snad se mi toto alespoň částečně podařilo, stejně tak jako upozornit na závažnost těchto úrazů, před kterými je možno se účelově chránit a předcházet jim.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

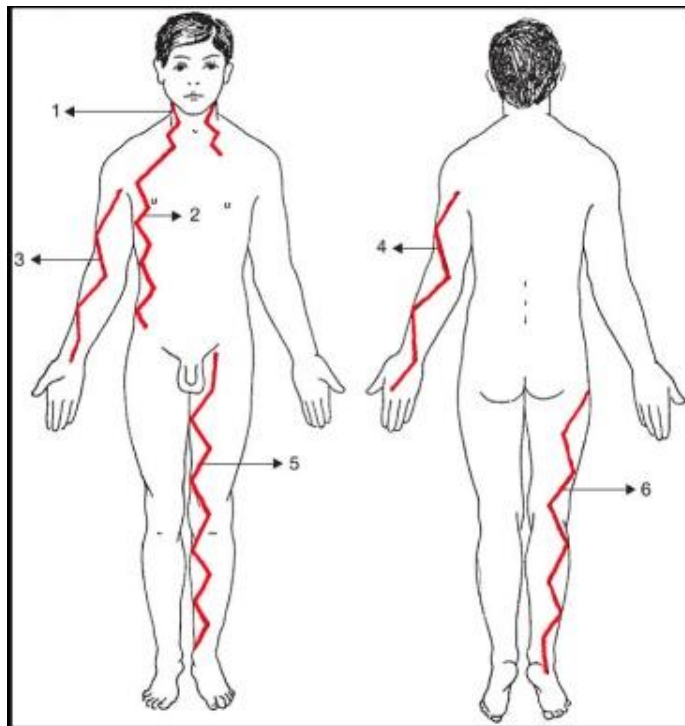
1. BROŽ, LUBOMÍR a Jiří LOJDA. Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou praxi. *Zásady přednemocničního ošetření popáleninového traumatu*. 2012, roč. 15, č. 3, s. 24-32. ISSN 1212-1924.
2. BYDŽOVSKÝ, Jan, 2008. *Akutní stavy v kontextu*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7254-815-6.
3. BYDŽOVSKÝ, Jan, 2001. *První pomoc*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing ISBN 80-247-0099-9.
4. DEMLING R. H., Ch. LaLonde. 1989. *Burn Trauma*. New York: Thieme Medical Publishers. ISBN 3137363012.
5. DOBIÁŠ, V. *Urgentná zdravotná starostlivosť*. Martin: Osveta, 2006. 159 s. ISBN 80-8063-214-6.
6. DRÁBKOVÁ, J. *Polytrauma v intenzivní medicíně*. 2002. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 80-247-01419-6.
7. ERTLOVÁ, F., J. MUCHA a kolektiv autorů, 2003. *Přednemocniční neodkladná péče*. Brno: NCO NZO. ISBN 80-7013-379-1.
8. HERNDON, David N., 2012. *Total burn care*. 4. vydání Edinburg. ISBN 978-1-4377-9.
9. KEGGENHOFF, Franz, 2003. *První pomoc*. Z německého orig. přel. Jana Zámešková, 2006. Praha: Ikar. ISBN 80-249-0662-7.
10. KELNAROVÁ, J. aj., 2007. *První pomoc II. Pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2183-5.
11. KÖNIGOVÁ, R., J. BLÁHA a kolektiv, 2010. *Komplexní léčba popáleninového traumatu*. Praha: Universita Karlova. ISBN 978-80-246-1670-4.
12. PETRŽELA, M. 2007. *První pomoc pro každého*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2246-7.
13. POKORNÝ, Jiří et al., 2005 *Lékařská první pomoc*. 1. vyd. Praha: Galén. ISBN 80-7262-214-5.
14. POKORNÝ, Jiří, et al., 2004. *Urgentní medicína*. Praha: Grada. ISBN 80-7262-259-5.

15. POKORNÝ, V. a kolektiv, 2002. *Traumatologie*. Praha: Triton. ISBN 80-7254-277-X.
16. SMETANA, Marek, a Danuše KRATOCHVÍLOVÁ. 2007. *Integrovaný záchranný systém a jeho složky*. Ostrava: Ostravská universita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta. ISBN 978-80-7368-337-5.
17. ŠEVČÍK, P. V. ČERNÝ, J. VÍTOVEC et al. 2003.2. rouš. vyd. *Intenzivní medicína*. Praha: Galén. ISBN 80-7262-203-X.
18. TICHÁČEK, M. *Úraz elektrickou energií*. [online], [cit. 2013-05-11 ]. Dostupné z <http://www.cls.cz/seznam-doporucenych-postupu>
19. TRUHLÁŘ Anatolij, a Martin HONZÍK.2010. *Medicína divočiny. Urgentní medicína: Časopis pro neodkladnou lékařskou péči* [online] 2010, roč.13,č.3,s.12-16. České Budějovice : MEDIPRAX CB s.r.o.[cit. 2013-05-11]. Dostupné z [http://mediprax.cz/um/casopisy/UM\\_2010\\_03.pdf](http://mediprax.cz/um/casopisy/UM_2010_03.pdf)
20. VOKURKA, M. aj. 2002. *Velký lékařský slovník*.1. vydání. Praha: Maxdorf, ISBN 80-85912-43-0.
21. ZADÁK, Z. aj. 2007. *Intenzivní medicína na principech vnitřního prostředí*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2099-9.
22. ZÁVADA, Josef, 2001. *Syndrom multiorgánové dysfunkce*. 1.vydání. Praha: Grada. ISBN 80-7169-781-8.
23. Způsoby ochrany v době bouřky. [online]. c2008, [cit. 2013-01-25]. Dostupné na: <http://www.bleskosvody.com/ochrana-pred-bleskem.htm>
24. EPOMED.CZ. Popáleninový šok. [online] [cit. 2013-01-02] Dostupné z <http://www.epomed.cz/rubriky/vyuka/popaleninovy-sok/>
25. Zákon č. 374/2011 Sb., Zákon o zdravotnické záchranné službě.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

PŘÍLOHA č.1	Escharotomie
PŘÍLOHA č.2	Lichtenbergovy obrazce
PŘÍLOHA Č.3	Poranění elektrickým obloukem
PŘÍLOHA č.4	Pitevní protokol

## Příloha č. 1



### Schéma uvolňujících nářezů – Escharotomie

1 – na krku se vede řez od úhlu mandibuly přes trigonum caroticum k medioklavikulární čáře,

2 – na hrudníku se vede řez v přední axilární čáře,

3 – na horní končetině se vede řez na volární ploše podle situace i s protnutím ligamentum carpi,

4 – na horní končetině na dorzální ploše se vede řez podle situace i s prodloužením řezu na ruku nad II. intermetakarpálním prostorem,

5 – na dolní končetině se vede řez na tibiální ploše,

6 – na dolní končetině se vede řez na fibulární ploše

Zdroj: KÖNIGOVÁ, R. a kol. Komplexní léčba popálenin. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 456 s. ISBN 80-7169-416-9

## Příloha č. 2

### Lichtenbergovy obrazce

Obr. Zasažení elektrickým výbojem 22 000 V s typickými Lichtenbergovými obrazci na kůži po kriminálním vniknutí do nedostatečně zabezpečené trafostanice



Lichtenbergovy obrazce na zádech pacienta experimentujícího s Marxovým generátorem po výboji 60 000 V (Domart a Garet, 2000)



Lichtenbergovy obrazce na kůži po zasažení výbojem 22 000 V asi za 4 hodiny po úraze

Zdroj: KÖNIGOVÁ, R. a kol. Komplexní léčba popálenin. 1. vyd. Praha: Grada, 1999.

456 s. ISBN 80-7169-416-9



### **Příloha č. 3**

#### **Popálenina el. obloukem**

Profesní popálenina elektrickým obloukem při zkratu 380 V. Povrchní vrstvy jsou zcela vysušené pokryté oxidy mědi (nahnědlé zbarvení). Velmi strmý gradient popáleniny, zničené jsou pouze povrchní vrstvy kůže, hlubší korium zachováno. Plocha se hojí rychle, spontánní epitelizací.



Zdroj: KÖNIGOVÁ, R. a kol. Komplexní léčba popálenin. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 456 s. ISBN 80-7169-416-9

## Příloha č.4

### Pitevní protokol

P 793/09

I. Persona fulmine tacta (Zasažení turisty bleskem).

Signa flumine electrici reg. infraabdominalis (excoriatio parva, rubor cutis), pilii reg. pubis, parietis anteromedialis reg. femoralis utr.

II. Sanguis liquidus.

Ecchymoses subpleurales, subepicardiales numerosae.

Haemorrhagiae punctatae texturae cellularis capitis reg. frontoparietalis.

Oedema cerebri pergrave : conus occipitalis et temporalis.

Emphysema vesiculare et edema medii gradus pulmonum acutum.

Venostasis organorum omnium acuta gravis.

Signa post tentamen resuscitationis loco typico.

III. Mors electrica.

IV. Lipomatosis aortae incipiens.

Závěr : 23ti letý muž byl na túře v horách zasažen bleskem. Mimo drobné oděrky a začervenání kůže v oblasti podbřišku a mimo sežehnutí ochlupení v pubické oblasti a jejím okolí nebyly na jeho těle zjištěny žádné známky účinku blesku.