



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Termická poranění způsobená vodou z volně ležících zahradních hadic

Thermal injuries caused by water from loose garden hoses

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Zdravotnický záchranář

Autor bakalářské práce: Karolína Uhrová

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Pavel Böhm, MBA

Kladno 2020



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Uhrová** Jméno: **Karolína** Osobní číslo: **487444**
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:

Termická poranění způsobená vodou z volně ležících zahradních hadic

Název bakalářské práce anglicky:

Thermal Injuries Caused by Water From Loose Garden Hoses

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude měření teploty vody ve volně ležících zahradních hadicích. Následné porovnání získaných údajů s údaji, které již byly publikovány. V teoretické části se bude pojednávat o příčinách termických poranění, které vznikají působením horké vody na povrch těla, jejich následném ošetření a léčbě. V praktické části se bude student zabývat měřením teploty vody ve volně ležících zahradních hadicích v závislosti na teplotě a vlhkosti vzduchu v průběhu celého dne. Cílem práce je dokázat, že hrozí reálné opaření vodou z volně ležících zahradních hadic exponovaných slunečním zářením.

Seznam doporučené literatury:

- [1] STROBEL, Ashley M. a Ryan FEY, Emergency Care of Pediatric Burns, Emergency Medicine Clinics of North America, ročník 36, číslo 2, 2018, 441-458 s., DOI: <https://doi.org/10.1016/j.emc.2017.12.011>.
- [2] KÖNIGOVÁ, Radana a Josef BLÁHA, Komplexní léčba popáleninového traumatu, ed. 1., Praha: Karolinum, 2010, 430 s., ISBN 978-80-246-1670-4
- [3] Kolektiv autorů, Scars, burns & healing, Scars, burns & healing, ročník 5, číslo 1, 2015-2018, ISSN 2059-5131
- [4] JESCHKE, Marc L., Lars-Peter KAMOLZ, Folke SJÖBERG a Steven E. WOLF, Handbook of Burns: Acute Burn Care Volume 1, ed. 2., Germany: Springer, 2020, 493 s., DOI: 10.1007/978-3-7091-0348-7, ISBN 978-3-030-18940-2

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Mgr. Pavel Böhml, MBA

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**


doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

20. 4. 2021

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Termická poranění způsobená vodou z volně ležících zahradních hadic vypracovala 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 Praze dne 10.05.2021

.....
Karolína Uhrová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce as. Mgr. Pavlu Böhmovi, MBA za ochotu, trpělivost, konstruktivní a věcné připomínky i čas, který mi při psaní této práce věnoval.

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je podat informace o možnosti vzniku termického poranění, které je způsobeno vodou z volně ležící zahradní hadice.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je zaměřena na příčiny vzniku termických poranění. Popisuje patofyziologii popálenin, hodnocení jejich závažnosti, ošetření a následnou léčbu a také prevenci vzniku popáleninového úrazu.

V praktické části se zabýváme možností vzniku termického poranění vodou z volně ležící zahradní hadice. Jedná se o monitorovací výzkum, jehož účelem je poukázat na nebezpečí opaření vodou z volně ležící zahradní hadice. Předmětem tohoto výzkumu, který se uskutečnil během měsíce srpna r. 2020, bylo měření vody ve volně ležících zahradních hadicích.

Pro adekvátní porovnání maximální teploty, kterou dosáhne voda v pěti vybraných zahradních hadicích z různých materiálů exponovaných slunečním zářením, byly zvoleny dva odlišné povrchy. Konkrétně travnatý a betonový povrch. Měření probíhalo každou půlhodinu během jednoho dne od 7 do 19 hodin. Zároveň s teplotou povrchu zahradních hadic se zaznamenávala i teplota a vlhkost vzduchu. Teplota vody v hadicích se změnila během dne celkem třikrát.

Bylo zjištěno, že voda v zahradních hadicích, které leží na místě exponovaném slunečním zářením, je schopna dosáhnout teplot při kterých, v případě kontaktu s lidskou kůží, hrozí opaření.

Klíčová slova

Zahradní hadice; popáleniny; opařeniny; voda; trauma; dítě

ABSTRACT

The subject of this bachelor's thesis is to provide information about the possibilities of thermal injuries that caused water from a loose garden hose.

The thesis is divided into theoretical and practical part. In the theoretical part, we focus on thermal injuries. Describes the pathophysiology of burns, evaluation of their severity, treatment and subsequent treatment and prevention of burn injury.

In the practical part, we deal with the possibility of thermal injury caused by water from a loose garden hose. This is a monitoring research, the purpose of which is to point out the danger of scalding with water from a free-lying garden hose. The subject of this research, which occurred during the month of August 2020, was the measurement of water in loose garden hoses.

To adequately compare the maximum temperature that the water reaches in five selected garden hoses made of different materials exposed to sunlight, two different surfaces were chosen. Specifically grass and concrete surface. Measurements occurred during one day from 7 a.m. to 7 p.m., every half-hour. At the same time, the temperature and humidity of the air were recorded. Simultaneously with the surface temperature of the garden hoses, the temperature and humidity of the air were recorded.

It has been found that water in garden hoses, which lie in a place exposed to sunlight, is able to reach temperatures at which, in case of contact with human skin, there is a risk of scalding.

Keywords

Garden hose; burns, scalds; water; trauma; child

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíle práce	11
3	Přehled současného stavu	12
3.1	Anatomie a fyziologie kůže	12
3.2	Termická poranění	13
3.2.1	Popáleniny	13
3.2.2	Opařeniny	13
3.2.3	Omrzliny	14
3.2.4	Inhalační trauma	14
3.2.5	Chemické poškození	15
3.2.6	Poranění elektrickým proudem	15
3.2.7	Poranění bleskem	16
3.3	Patofyziologie popálenin a opařenin	16
3.4	Popáleninový šok	17
3.5	Hodnocení závažnosti popáleninového traumatu	18
3.5.1	Mechanismus úrazu	19
3.5.2	Určení rozsahu postižení	19
3.5.3	Věk postiženého	20
3.5.4	Určení hloubky postižení	21
3.5.5	Lokalizace postižení	22
3.5.6	Přidružená onemocnění	22
3.6	Specifika termického úrazu u dětí	22
3.7	Ošetření popáleninového traumatu	24
3.7.1	Laická první pomoc	24

3.7.2	Přednemocniční neodkladná péče.....	25
3.7.3	Specializovaná popáleninová centra	27
3.8	Chirurgická léčba popálenin	28
3.9	Prevence vzniku termického úrazu	30
4	Metodika	31
5	Výsledky	36
6	Diskuze	42
7	Závěr.....	51
8	Seznam použité literatury	52
9	Seznam použitých obrázků.....	56
10	Seznam použitých tabulek	57
11	Seznam příloh.....	58

1 ÚVOD

Popáleniny tvoří celosvětově významný problém. Setkáváme se jak s povrchovými, tak i s rozsáhlými a hlubokými popáleninami, které mohou mít fatální následky. Jejich ošetření a následná léčba jsou časově i finančně náročné, zejména pokud se jedná o těžké popáleniny. S popáleninami je úzce spjata i následná rehabilitace pacienta, která někdy trvá i několik let. Celý tento proces má velký vliv na psychiku postiženého. Zvláště když je popálené místo zhojeno nevzhlednou jizvou na viditelném místě.

Tato bakalářská práce je věnována tématu termických poranění s důrazem na opaření hypertermickou vodou. Teoretická část se zabývá problematikou termického poranění, jeho ošetřením a následnou léčbou. Praktická část práce pojednává o možnosti vzniku opaření, které způsobuje voda z volně ležících zahradních hadic. Jedná se o monitorovací výzkum. Cílem je zjistit, zdali voda, která je napuštěna v zahradní hadici během tropického dne v České republice, dosáhne takové teploty, aby způsobila opaření pokožky. Tento výzkum spočíval v měření povrchu zahradních hadic, jakožto i vody, která v nich byla napuštěna. Taktéž se zaznamenávala teplota a vlhkost vzduchu, a to každou půlhodinu v průběhu celého dne.

Touto prací bychom chtěli upozornit na existenci možnosti vzniku opaření vodou z volně ležících zahradních hadic, které byly exponovány slunečním zářením. Především pak na prevenci vzniku termických poranění, a to hlavně u dětí.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je dokázat, že hrozí reálné opaření vodou z volně ležící zahradní hadice exponované slunečním zářením.

Předmětem této bakalářské práce je monitorovací výzkum, který se zabývá měřením teploty vody ve volně ležících zahradních hadicích během letních měsíců na území České republiky.

Teoretická část práce se zaměřuje na příčiny termických poranění, které vznikají působením horké vody na povrch těla, jejich následným ošetření a léčbou těchto poranění. Praktická část se zabývá měřením teploty vody ve volně ležících zahradních hadicích v závislosti na teplotě a vlhkosti vzduchu v průběhu celého dne.

Smyslem této práce je zvýšení povědomí široké veřejnosti o hrozícím riziku opaření vodou z volně ležících zahradních hadic během letních měsíců.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Anatomie a fyziologie kůže

Kůže je svou plochou, která je v průměru 1,6–1,8 m², největším orgánem lidského těla. Její tloušťka se pohybuje mezi 0,5–4,0 mm. Nejsilnější kůže je na stehnech a zádech, naopak nejtenčí je na očním víčku. Tvoří bariéru organismu vůči zevním vlivům. Chrání jej před fyzikálním a chemickým poškozením i před mikrobiologickými noxami. Má termoregulační funkci, jež je ovlivňována činností potních žláz. Také se účastí látkové výměny a podílí se na činnosti imunitního systému organismu. [1, 2]

Nejsvrchnější vrstvou kůže je epidermis (pokožka). Ta je tvořena vrstevnatým dlaždicovým epitelem. Obsahuje Langerhansovy buňky, které jsou nedílnou součástí imunitního systému a tvoří až 5 % epidermálních buněk. Povrchové buňky epidermis se nazývají podle bílkoviny keratinu keratinocyty. Tyto buňky jsou postupně odlučovány a nahrazovány buňkami ze spodních vrstev epidermis. Důležitou funkci zastávají melanocyty, jež chrání před UV zářením. V neposlední řadě se zde vyskytují Merkelovy buňky tvořící hmatové receptory. Epidermis se skládá z několika vrstev. Směrem z povrchu k hlubším vrstvám to je stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum, stratum corneum a stratum disjunctum. K epidermis patří i její deriváty, jimiž jsou nehty, chlupy a kožní žlázy. [2, 3]

Pod epidermis se nachází dermis (škára). Dermis je tvořena dvěma vrstvami. Tyto vrstvy se nazývají stratum papillare a stratum reticulare. Stratum papillare je tvořeno řídkým vazivem, které vybíhá v koriové papily do epidermis. Najdeme zde Meissnerova a Ruffiniho tělíška. Meissnerova tělíška reagují na dotyk. Ruffiniho tělíška na teplo a chlad. Stratum reticulare se nachází pod papilární vrstvou. Tvoří jej hustá síť kolagenních a elastických vláken. Také zde najdeme Vater-Paciniho tělíška, jež detekují vibrace. Dermis je vazivovými septy připevněna k další vrstvě vaziva, kterou je tela subcutanea (podkoží). Podkoží je tvořeno převážně tukovou tkání. Nachází se zde potní žlázy rozmístěné téměř po celé ploše těla, taktéž pachové žlázy, které jsou v podpaží a v oblasti zevních pohlavních orgánů. V podkoží se dále vyskytují cévy i nervová zakončení. [1, 3, 4]

3.2 Termická poranění

V důsledku působení vysokých anebo nízkých teplot na organismus dochází k lokálnímu, popřípadě i generalizovanému poškození organismu. Mezi zástupce termických poranění řadíme popáleniny, omrzliny, inhalační trauma, chemické poškození nebo poranění elektrickým proudem. [5]

3.2.1 Popáleniny

K nejčastějším příčinám vzniku popálenin patří horké tekutiny, plamen, otevřený oheň, elektrický proud, chemické látky a radiace. [5]

„Popáleninové trauma vzniká dostatečně dlouhým, přímým nebo nepřímým působením nadprahové hodnoty tepelné energie na lidský organismus. Dochází k částečné či úplné destrukci kůže, event. hlubších tkání.“ [6, s. 1]

Brychta v Traumatologii (2019) udává, že pro popáleniny je ročně léčeno průměrně 1 % obyvatelstva. Z toho jsou 3 % pacientů hospitalizováni v nemocničním zařízení, zbylých 97 % je ošetřeno ambulantně. Pediatrickí pacienti představují 40 % z celkového počtu pacientů s popáleninami. Mezi těmito 40 % převládají děti v předškolním věku. [5]

3.2.2 Opařeniny

Opařeniny jsou častými úrazy hlavně v dětském věku. Tvoří přibližně 95 % všech popáleninových úrazů u dětí. Velké množství opařenin u dětí je dáno jejich explorativním chováním. Malé děti nemají dostatek zkušeností s vyhodnocováním potenciálního nebezpečí. Velkou roli hraje především nepozornost rodičů a nedostatečná prevence vzniku opaření. Opařeniny mohou vznikat několika způsoby. Nejčastěji jsou způsobeny hypertermickou vodou, čajem, kávou nebo polévkou. Příčinou vzniku opařenin může být i horká pára. Avšak nejzávažnější opaření způsobuje horký olej. Závažnost opaření je dána množstvím olejnatých částic, které horká tekutina obsahuje. Ve většině případů u opařenin vzniká rozsáhlé poškození, které, oproti popáleninám vzniklých při kontaktu s horkým tělesem, není tak hluboké. [7, 8]

3.2.3 Omrzliny

„Omrzlina je akutní lokalizované poškození tkáně chladem za teploty pod bodem mrazu, při nepříznivé souhře klimatických podmínek i za teplot vyšších. Závažnost omrzlin závisí na délce expozice chladu a dalších rizikových faktorech (vlhkost vzduchu, vítr, vybavení postiženého).“ [9, s. 22]

Nejvíce postižené bývají akraální části těla, uši, nos, prsty horních i dolních končetin. Vlivem chladu dochází k vazokonstrikci. Nedostatečné prokrvení vede v různé míře k poškození tkáně. Klinicky je často obtížné určit závažnost poranění, jelikož počáteční dojem je mnohdy horší než skutečné poškození tkáně. [10]

U omrzlin rozlišujeme čtyři stupně poškození. Pro I. stupeň je charakteristické šedobílé zbarvení pokožky. Povrch těla je chladný a necitlivý. V pozdější fázi dochází k zčervenání a bolestivosti. II. stupeň se vyznačuje čirými až mléčně zkalenými puchýři, které vznikají během 3–24 hodin. V místě poškození je patrný otok a erytém. III. stupeň je charakterizován také puchýři. Tyto puchýře mají ovšem šedomodré až černé zbarvení a vznikají až po několika dnech. Poškozená je také podkožní tkáň, avšak při rychlém zahájení léčby nemusí být poškození trvalé. U IV. stupně vzniká nevratné poškození hlubokých tkáňových struktur. [9]

3.2.4 Inhalační trauma

Inhalační trauma je způsobené inhalací zplodin hoření či páry. Inhalace zplodin vede k akutnímu poškození dýchacích cest. Typickými příznaky jsou chrapot, dušnost nebo kašel. Známkou rychle se rozvíjejícího laryngospasmus, který vzniká v důsledku inhalačního traumatu, je inspirační stridor. Vyskytovat se může i bronchospasmus, u něhož je slyšitelný stridor expirační. [5, 6, 11]

K poškození supraglotické oblasti dochází nejčastěji při výbuchu. Otok měkkých tkáních horních cest dýchacích vzniká během několika minut. Následuje rozvoj respiračního selhání. Při delší inhalaci zplodin hoření je postižena tracheobronchiální oblast. Otok

dolních dýchacích cest se rozvíjí pomaleji, během několika hodin až dnů. Poškození plicní tkáně vede ke vzniku plicní atelektázy, bronchopneumonie nebo ARDS. [5, 6, 11]

3.2.5 Chemické poškození

Poleptání kyselinami, zásadami nebo jinými chemickými látkami jsou častá poranění v chemickém průmyslu a laboratořích. Po požití způsobují závažné poruchy až perforaci sliznice trávicího traktu. Míra poškození závisí na koncentraci dané chemikálie. Kyseliny způsobují koagulační suchou nekrózu. Naopak zásady způsobují nekrózu kolikvační a následně vlhkou sněť. [11]

3.2.6 Poranění elektrickým proudem

Poranění způsobená elektrickým proudem nejsou častými typy termických úrazů. Ve vyspělých zemích pacienti postižení elektrotraumatem představují maximálně 5 % z celkového počtu termických úrazů. Poranění způsobená elektrickým proudem dělíme do dvou skupin. První a častější skupinu tvoří poranění způsobená nízkým napětím (do 1000 V). Druhou, avšak závažnější skupinou jsou traumata způsobena vysokým napětím, které převyšuje hranici 1000 V. Tato traumata mají ve 30 % fatální následky. Při poranění elektrickým proudem se kombinuje několik typů poranění. Poranění elektrické způsobuje změnu vlastností buněčných membrán. Dále je to tepelné poranění, které vlivem přeměny elektrické energie na tepelnou způsobuje popáleniny. A druhotně způsobené mechanické poranění, nejčastěji pádem na zem. [12, 13]

Závažnost elektrotraumatu určuje několik faktorů. Jedná se o:

- druh proudu – jde-li o stejnosměrný nebo střídavý proud;
- velikost napětí a frekvence proudu;
- odpor proudu;
- intenzitu proudu;
- cestu průchodu proudu tělem;
- dobu kontaktu. [12, 13]

3.2.7 Poranění bleskem

Pravděpodobnost, že člověka během jeho života zasáhne blesk, je velmi nízká. Pouze 10 % zraněných zasažením blesku umírá na následky poranění. Příčinou smrti po zasažení bleskem je nejčastěji srdeční zástava a útlum dechového centra. Zbýlých 90 % poraněných přežívá. Často s trvalými následky, které se projevují bolestmi hlavy, závratěmi, nevolnostmi, tinnitem, nespavostí nebo zvýšenou únavou. [5, 14]

Člověk se během zásahu blesku stává součástí elektrického oblouku. Elektrický výboj, jímž blesk uvolňuje velké množství tepelné energie, způsobuje popálení. Popáleniny jsou patrné v místě vstupu a výstupu elektrického výboje. Zasažení bleskem může způsobit kromě popálenin i rupturu bubínku, kosterní fraktury nebo krvácení do mozku. [5, 14]

3.3 Patofyziologie popálenin a opaření

Při vzniku popálenin hraje roli několik faktorů. Prvním určujícím faktorem je teplota. Na základě rozsáhlých výzkumů Zawacki přesně stanovil hraniční teplotu u kontaktního přenosu 43–43,5 °C. S tím, že nejvyšší teplota, kterou je lidský jedinec schopen tolerovat je 43,5 °C. Pokud je tato hranice překročena dochází v závislosti na délce působení tepelné energie k odumírání buněk a postupnému rozpadu živých tkání. Při teplotě nad 50 °C dochází k denaturaci bílkovin a při překročení teploty 60 °C nastává koagulace bílkovin, která vede k buněčné smrti. Takovéto poškození je zcela ireverzibilní. [11]

Dalším podstatným faktorem určující vznik popáleniny je délka expozice tepelného agens. Čím delší dobu teplota vyšší než 43 – 43,5 °C na organismus působí, tím větší bude jeho poškození. Z důvodu přijímání většího množství tepelné energie. Nevratné změny nastávají u teploty 44 °C působení tepelné energie více než jednu hodinu. Při kratší expozici je obnova buněk stále možná. [11]

Popálení způsobuje poruchu oběhu v důsledku postižených vrstev kůže i podkoží. Vyplavuje se velké množství zánětlivých mediátorů, kterými jsou mimo jiné histamin, prostaglandiny, bradykinin ad. V oblasti poškození je zvýšena propustnost cév. Přes takto

poškozené cévy přestupují tekutiny spolu s plazmatickými bílkovinami do intersticiálního prostoru. Není výjimkou rozvoj systémové zánětlivé reakce, v jehož důsledku se zvýšená cévní propustnost rozšiřuje do celého organismu. Charakteristickými znaky systémové zánětlivé odpovědi organismu jsou zvýšená tělesná teplota nad 38 °C nebo naopak hypotermie pod 36 °C, tachykardie, tachypnoe a leukocytóza. [15]

U závažného popáleninového traumatu můžeme rozlišovat tři zóny.

- Zóna koagulace vymezuje oblast koagulační nekrózy. Nachází se v místě nejsilnějšího kontaktu s tepelným zdrojem. Tkáně v této oblasti jsou nevratně poškozené. Nejčastěji je charakterizována bílou barvou.
- Zóna stázy se nachází v těsné blízkosti koagulační zóny. Tato oblast je mírně poškozena. Dochází zde k lokální zánětlivé reakci, vyplavování vazokonstriktorů a vzniku popáleninového otoku. Následkem je zhoršené prokrvení tkání. Takovéto poškození může být reverzibilní nebo naopak přejít v nekrózu. Zóna stázy má červenou barvu.
- Pro zónu hyperemie je charakteristický zvýšený přívod krve do zdravých tkání po zánětem vyvolané vazodilataci, aniž by došlo k ohrožení života. Oblast hyperemie je zbarvena červeně. [16]

Doprovodným znakem popálenin je otok, který je důsledkem pronikající tekutiny přes poškozenou cévní stěnu do intersticiálního prostoru. Tvorba otoku má dvě fáze. První fází je vznik otoku v poškozených tkáních, jež se manifestuje do jedné hodiny od vzniku poranění. Během druhé fáze se otok do 24 hodin od popálení rozšiřuje i do neporušených měkkých tkání. Únikem tekutin z cévního řečiště klesá množství cirkulující krve v oběhu a rozvíjí se popáleninový šok. [16]

3.4 Popáleninový šok

„Popáleninový šok je komplexní proces oběhové a mikrocirkulační poruchy s následnou hypoperfuzí tkání, kterou nelze ani snadno, ani zcela upravit náhradou tekutin.“ [11, s. 161]

Vzniká bezprostředně po úrazu u popálenin, které přesahují 30 % celkového tělesného povrchu. Je spojen s kardiovaskulární dysfunkcí, při níž dochází k výrazné hypovolemii, která je spojena s tvorbou a uvolňováním zánětlivých mediátorů do krevního oběhu. [11, 16]

Popálení zapříčiňuje oběhové a mikrocirkulační poruchy, tvorbu otoků v místech poškozených i nepoškozených tkání. To má za následek nejen nedostatečné prokrvení tkání a následně nedostatek dodávky kyslíku a živin pro tyto tkáně, nýbrž i neschopnost odstranění odpadních produktů. Toto všechno přispívá k riziku selhání orgánů. [11, 16]

Typickou okamžitou odpovědí u termického traumatu je extravazace plazmy následovaná sekvencí hemodynamických změn. Mezi nejčastější hemodynamické změny patří nižší objem plazmy, snížený srdeční výdej i diuréza. Zvyšuje se systémový vaskulární odpor, který má za následek snížený průtok krve periferním cévním řečištěm. Popáleninový šok je nebezpečný, protože v počáteční fázi postižený jedinec nemusí jevit žádné známky šoku. [11, 16]

3.5 Hodnocení závažnosti popáleninového traumatu

Taktiku terapeutického postupu v přednemocniční neodkladné péči určuje závažnost popáleninového traumatu. Hlavními faktory pro stanovení závažnosti popáleninového traumatu jsou:

- mechanismus úrazu, sdružená poranění či polytrauma;
- rozsah postižení;
- věk postiženého;
- hloubka postižení (povrchové x hluboké);
- lokalizace postižení;
- podezření na inhalační trauma;
- přidružená onemocnění. [6]

3.5.1 Mechanismus úrazu

Při hodnocení závažnosti termického poranění hraje roli mechanismus úrazu, tzn. jaká příčina vedla k vzniku termického poranění. Nejčastějším mechanismem termického traumatu je kontakt se žhavým předmětem, popálení plamenem, které je časté u starších dětí při hrání si s ohněm, kde hrozí popálení dýchacích cest. A opaření, které je nejčastější u malých dětí. Nejzávažnější bývá elektrické trauma, které při průchodu proudem o vysokém napětí organismem poškozuje svaly, cévy, šlachy i kosti. Poranění proudem o nízkém napětí způsobuje popálení pouze v místě dotyku, tato poranění nejsou závažná. Dále je to chemické poranění způsobené různými chemickými látkami. U chemického poranění je závažné poleptání očí. Může se také jednat o trauma chladové nebo radiační. [5, 6]

3.5.2 Určení rozsahu postižení

Správný odhad velikosti popálené plochy je nezbytný pro adekvátní léčbu popálenin v podmínkách akutní péče. Určuje také potřebu nitrožilní resuscitace tekutinami, i zdali je nutné převést pacienta do specializovaného centra. [17]

Pravidlo podle Lunda a Browdera

Celosvětově nejrozšířenějším nástrojem, který se využívá k odhadu celkové popálené plochy těla, je tabulka podle Lunda a Browdera. Tato pomůcka byla vymyšlena v roce 1944 a používá se dodnes. V této tabulce má každá část těla přiděleno procentuální zastoupení z celkového tělesného povrchu. Tabulka je odlišná pro dospělé a dětské pacienty z důvodu jiných proporcí dětského těla vůči dospělému. Příloha 1 zobrazuje tabulku hodnocení rozsahu popálenin pro dospělé. Rozsah popálení se u dětí hodnotí podle jejich věku. Pro každou věkovou skupinu platí mírně odlišné hodnoty. Rozlišujeme 4 skupiny. Novorozence, děti do 1 roku, děti do 10 let, a děti do 15 let (viz Příloha 2). [18]

Pravidlo devíti

Méně přesným, ale jednoduchým určením velikosti popálené plochy je tzv. pravidlo devíti. Toto pravidlo se využívá pouze u dospělých, neboť děti mají odlišné anatomické proporce. Celková plocha těla je rozdělena do segmentů, které určují násobek devíti z celkového povrchu. Plocha hlavy a krku představuje 9 %, horní končetina se rovná 9 %, dolní končetina zabírá 18 %, přední plocha trupu představuje 18 %, zadní plocha trupu je 18 % a genitál zaujímá 1 % z celkového tělesného povrchu. [11]

Palmární pravidlo

Jako rychlý a snadný ukazatel k procentuálnímu určení malého postižení slouží palmární pravidlo neboli pravidlo ruky. Velikost plochy ruky se spojenými a nataženými prsty popáleného určuje 1 % postižené plochy z tělesného povrchu. Toto pravidlo je lehké k zapamatování, o to snadněji se převádí do praxe. [6]

3.5.3 Věk postiženého

V pořadí dalším faktorem určující závažnost termického poranění je věk postiženého. U jedinců, kteří jsou mladší 2 let a starší 60 let, je pravděpodobnost smrti vyšší než u ostatních věkových skupin. I nerozsáhlé termické poranění může mít u osob starších 60 let fatální následky. Důvodem je zhoršení skrytě probíhajících degenerativních procesů v organismu. [11]

Vyšší riziko vzniku popáleninového šoku je u těchto věkových skupin:

- děti do 2 let při rozsahu popálení větším než 10 % celkového tělesného povrchu;
- děti od 2 do 10 let při popáleninách, které zabírají více než 10 % celkového tělesného povrchu;
- děti od 10 do 15 let, které utrpěly popálení většího rozsahu než 15 % celkového tělesného povrchu;
- dospělí při postižení více jak 20 % povrchu těla. [11]

3.5.4 Určení hloubky postižení

V České republice se k určování hloubky popálenin využívá třístupňová klasifikace, v níž je II. stupeň rozdělen na popáleniny povrchové (IIa) a hluboké (IIb). [5]

I. stupeň představuje povrchové popálení. Poškozena je pouze nejsvrchnější vrstva kůže, epidermis. Toto poškození je reverzibilní. I přesto, že je dermis nepoškozená, kapiláry v ní umístěné jsou dilatované. Charakteristickými znaky v oblasti poškození jsou zarudnutí, otok, bolestivost a zvýšená citlivost. U povrchového popálení nespátřujeme puchýře (ty vznikají až u vyššího stupně popálení). Také riziko infekce je velmi nízké. Jelikož povrchové popáleniny nezanechávají trvalé změny na kůži, nemusíme se obávat přetrvávajících jizev. [5, 11]

U II. stupně popálení je poškozena epidermis i část dermis. Typickým znakem je bula (puchýř). II. stupeň dále rozdělujeme na IIa – povrchové poškození a IIb – hluboké poškození. Stupeň IIa je posledním stupněm povrchového popálení. Pro tento stupeň je typická bula vyplněná lymfou a filtrátem plazmy, která má červenou spodinu. Popálené místo je bolestivé. Jestliže je taktilní cití zachované a test kapilárního návratu pozitivní, nebude mít postižený trvalé následky. Poškozené místo se zhojí spontánně bez jizevnatých změn do 14 dnů. [5, 11]

Stupeň IIb vymezuje hluboké popáleniny II. stupně. U takového poškození je zcela zničena epidermis s volnými nervovými zakončeními, která se v ní nachází. Z důvodu nefunkčních kapilár pod epitelem je test kapilárního návratu negativní, což je jeden ze znaků hlubokých popálenin. Paradoxně nejsou hluboké popáleniny bolestivé, jelikož jsou postiženy receptory bolesti. Poraněný jedinec přesto udává silnou bolest, protože se hluboké popáleniny samostatně prakticky nevyskytují. V okolí oblasti hlubokého popálení se nachází místa s popálením povrchovým, která jsou velmi citlivá. Stupeň IIb se vyznačuje typickou bulou s tmavě červenou nebo bílou spodinu, která je na dotek necitlivá. Takovéto poškození se hojí samovolně, avšak s přetrvávající jizvou, u které hrozí hypertrofie. Úplné zahojení poškozené oblasti může trvat až několik týdnů. V některých případech je nutné chirurgické řešení. [5, 11]

Popálenina III. stupně představuje nekrózu kůže v celé její tloušťce. Často je poškozena i část podkožního tuku. U hlubokých popálenin je postižena také svalová facie, někdy může být poškozena i kost. Klinickými projevy tohoto stupně jsou necitlivost, suchý povrch, bílá nebo žlutá barva. Zbarvení v místě nejhlubšího poškození může být i hnědé až černé. Tyto popáleniny nemají schopnost spontánního zhojení. Nutné je chirurgické odstranění nekrózy, tzv. nekrektomie a následná transplantace. Nejčastěji se u hlubokých popálenin provádí autotransplantace. [11]

3.5.5 Lokalizace postižení

Nejzávažnějšími lokalizacemi při popálení jsou obličej, krk, ruce, genitál a plosky nohou. Při rozsáhlém poranění v oblasti obličeje, krku nebo hrudníku, dochází k rychlému rozvoji edému, což způsobuje obtížné zajištění dýchacích cest. V přednemocniční neodkladné péči by měla posádka zdravotnické záchranné služby provést endotracheální intubaci ihned na místě zásahu. Jestliže je endotracheální intubace nemožná, provádí se koniopunkce. I u povrchového postižení v oblasti obličeje dochází k rozvoji otoku, který je nejvíce patrný na očních víčkách. Postižený má oči pevně zavřené a není schopen je otevřít. [11, 19, 20]

3.5.6 Přidružená onemocnění

Důležité je zjištění osobní anamnézy u postiženého, protože nemoci, které pacient prodělal, nebo stále probíhají, ovlivňují průběh systémové zánětlivé reakce a mohou mít negativní vliv i na následnou léčbu. Musíme mít na paměti, že komplikace u popáleninového traumatu nejsou ojedinělé. Lokální i celkové změny mají rychlý rozvoj. [6]

3.6 Specifika termického úrazu u dětí

Mechanismus úrazu poranění je ovlivněn věkem, pohlavím, prostředím i psychomotorickým vývojem dítěte. Nejčastějším termickým úrazem v dětském věku je opaření. To převažuje u dětí do tří let. Převážně jde o náhodné poranění. Může

se ale jednat i o syndrom zanedbávaného, zneužívaného a týraného dítěte (CAN – child abuse and neglect syndrom). Tento syndrom je těžké odhalit, proto zdravotnický pracovník musí klást důraz na anamnestická data traumatizovaného dítěte. [11]

Dle Königové a Bláhy (2010) jsou rozdíly mezi dětmi a dospělými z pohledu termického traumatu následující:

- Tělesná velikost a větší tělesný povrch ve vztahu k hmotnosti;
- vyšší procentuální zastoupení vody ve vztahu k hmotnosti a nižší tolerance na rychlé změny tekutin;
- snížená snášenlivost hypotermie;
- proporcionálně větší ztráty tekutin než u dospělých s obdobným poraněním;
- zvýšený metabolismus, různý imunologický profil;
- rozdílná psychomotorická odpověď;
- dětská kůže je citlivější a méně odolná vysokým teplotám, zato schopnost hojení ran i následná rehabilitace jsou lepší. [11]

Faktory, které určují závažnost termického poranění, jsou u dětí stejné jako u dospělých. Jiné je hodnocení závažnosti úrazu. Jako těžké popáleniny hodnotíme popáleniny v rozsahu větším než 5 % u dětí do 2 let, nad 10 % u dětí do 10 let a u dětí do 15 let rozsah popálené plochy větší než 15 % celkového tělesného povrchu. U tak velkého rozsahu poranění je dítě ohroženo rozvojem popáleninového šoku. Závažnost popáleninového traumatu určuje definitivní ošetření dítěte. Ambulantně lze ošetřit dítě, které utrpělo popáleniny do rozsahu 5 % celkového tělesného povrchu bez zasažení obličeje, rukou a genitálu. Hospitalizace dětského pacienta je nutná u popálenin II. stupně s plochou větší než 5 % celkového tělesného povrchu u dětí ve věku do tří let. Nutná je hospitalizace u dětí ve věkovém rozmezí 3–15 roků s popáleninami II. stupně většími než 10 % tělesného povrchu a u všech dětí s popáleninami III. jakéhokoli rozsahu. Nesmíme zapomínat na odlišnost anatomických poměrů vůči dospělým. Rozdílné anatomické poměry zohledňovat při zajištění dýchacích cest. Častou indikací k intubaci dítěte je opaření obličejové oblasti. Také dávkování léků používaných k analgezii

či analgosedaci se liší od dávkování pro dospělého. Nemůžeme podat stejné množství léčiv dítěti jako dospělému. U dětí dbáme na přesnou titraci podávaného léčiva. [7, 11]

Protože děti mají menší energetické rezervy, je v rámci nemocniční péče kladen větší důraz na výživu pacienta, s preferencí enterálního podávání. Při léčbě popálených ploch se upřednostňuje otevřená metoda před uzavřenou. Dítě bývá často neklidné a v případě uzavřené metody by hrozilo stržení obvazů. Možností je využití omezovacích prostředků ve prospěch zdraví dítěte. [11]

3.7 Ošetření popáleninového traumatu

Už prvotní ošetření popálenin má vliv na následný vývoj poranění, možnosti léčby a kvalitu hojení traumatu.

3.7.1 Laická první pomoc

Při poskytování první pomoci u popáleninového traumatu je nutné nejprve zabránit dalšímu působení tepelné noxy, tzn. uhašení ohně, naředění kyselin nebo zásad vodou, odpojení elektrického proudu. Následně přesunout poraněného na bezpečné místo. Až poté se zaměřit na ošetření popálených míst. Pokud je pacient na bezpečném místě, opatrně sejmeme oděv a obuv. V případě, že je oděv pevně přichycen k popálené kůži, nestrháváme jej. Jedná-li se o popáleniny II. a III. stupně, u kterých vznikají puchýře, v žádném případě je nepropichujeme. [6]

Pokud se jedná o popálení chemikáliemi, poraněné místo oplachujeme vodou a sejmeme co nejrychleji potřísněný oděv. Jde-li o popáleniny způsobené hypertermickou tekutinou, nebo kontaktem s horkým předmětem, poléváme poraněné místo studenou vodou. Zaměříme se na chlazení popálenin v oblasti obličeje a krku. [6]

Evropská rada v doporučených postupech z r. 2021 uvádí chlazení popáleného místa 20 minut vlažnou nebo studenou vodou, ne však vodou ledovou. Benefitem chlazení je úleva od bolesti a zmírnění otoku. Výhodou je snížení míry infekce, rychlejší hojení postižených míst i kratší doba rekonvalescence pacienta. [21]

Je nezbytné zabránit tepelným ztrátám, dbáme na tepelný komfort postiženého. Zejména u dětí hrozí rychlý rozvoj hypotermie, který je následován bradykardií, event. fibrilací komor. K tomu nám může pomoci pravidlo protišokových opatření 5 T (šetrný transport postiženého na bezpečné místo, zajištění tepelného komfortu, tišení bolesti, ticho a nepodávat nic per os). Pokud se jedná o rozsáhlé popáleniny nebo popálení dítěte, je na místě volat zdravotnickou záchrannou službu. [6]

3.7.2 Přednemocniční neodkladná péče

Posádka zdravotnické záchranné služby na místě zásahu nejprve zajistí technickou první pomoc, pokud již nebyla poskytnuta laicky. Pokud v průběhu vyšetření zdravotnický záchranář odebere anamnézu pacienta. Zaznamená dobu, kdy došlo k úrazu, a jaký mechanismus byl příčinou. Dále zjišťuje druh působící noxy, délku expozice, jestli k úrazu došlo v uzavřeném nebo otevřeném prostoru, zdali se jednalo o výbuch, prodělané nemoci, alergie a chronickou medikaci pacienta, také kdy naposledy pacient jedl. [6]

Zdravotnický záchranář postupuje standardně dle algoritmu postupu vyšetření ABCDE. U popálenin se před samotným vyšetřením provádí chlazení a krytí popáleného místa. Aby se zabránilo vzniku ischemie v popálené části těla, musí se nejprve sejmout všechny ozdoby, prsteny, náramky atd., které má pacient v poraněné oblasti. Popáleniny se kryjí sterilními suchými rouškami a sterilními obvazy. Je nezbytné dodržovat aseptický přístup, aby se minimalizoval vznik infekce. Po stabilizaci celkového stavu se u dospělých provádí chlazení postižených míst (pouze obličeje, krku, rukou a genitálu). Mohou být podány infuzní roztoky skladované v chladícím boxu sanitního vozidla, ty však nesmí být chladnější než 8 °C. Dále je možnost krytí sterilní gelovou rouškou, např. značky Water Jel. [6]

U rozsáhlých popálenin, hrozí vznik popáleninového šoku, který je spojen s generalizovaným otokem. K zamezení rozvoji popáleninového šoku, musí být pacient ve stabilizovaném stavu. Nutná je kontrola jeho vědomí a dýchání. Pokud pacient nejeví známky života provádíme kardiopulmonální resuscitaci dle platných doporučených postupů Evropské resuscitační rady. Případné zajištění dýchacích cest dýchací maskou,

supraglotickými pomůckami, event. endotracheální kanylou a napojení na umělou plicní ventilaci v rámci crash úvodu do anestezie. Dále se monitorují vitální funkce (saturace krve kyslíkem, krevní tlak a činnost srdce). Následuje zajištění přístupu do cévního řečiště. Intarvenózní kanyla se zavádí do žil na nepostižené končetině. V ideálním případě by měly být zajištěny dva žilní vstupy. Pokud se ani na druhý pokus nepovede pacientovi zajistit periferní žilní vstup, zajistí se vstup intraoseální k časnému zahájení infuzní terapii a adekvátní analgezi. [6]

V rámci tlumení bolesti se upřednostňuje intravenózní podání analgetik. V případě, že není možné intravenózní podání mohou se analgetika podat intramuskulárně, intranasálně nebo intraoseálně, podle doporučeného dávkovacího schématu. Zvýšenou pozornost bychom měli věnovat při rozvíjejícím se šokovém stavu a upřednostnit intravenózní podání léčiv. Při intramuskulární podání je vstřebání účinné látky pomalejší. [6]

Preferovanou látkou k dosažení adekvátní analgezie je ketaminu v dávce 0,5–1 mg/kg pro intravaskulární podání nebo 3 mg/kg pro podání intramuskulárně event. v kombinaci s propofolem nebo benzodiazepiny. U dětských pacientů je upřednostňována intravaskulární aplikace midazolamu v dávce 1–2 mg na 10 kg hmotnosti pacienta. U midazolamu je možná i jeho intranasální aplikace. Standardně se k léčbě bolesti v přednemocniční péči používají také opioidy. U nich je nutná zvýšená pozornost, jelikož po podání dochází k útlumu dýchání. U nerozsáhlých popálenin je možné k léčbě bolesti užít tramadol nebo neopioidní analgetika. [6]

Pokud se jedná o rozsáhlé popáleniny, směřujeme pacienta do specializovaného centra popáleninové medicíny. Jestliže se vyskytují popáleniny v rámci polytraumatu, pacient je směřován do nejbližšího traumacentra. Nezávažné popáleniny jsou směřovány do spádového traumatologického centra nebo do spádové chirurgické ambulance. [5]

Potřeba náhrady tekutin má přímou souvislost s rozsahem popálené plochy, která se mění s obdobím po úrazu. S intravenózním doplňováním tekutin se začíná již v přednemocniční neodkladné péči a nepřestává se ani po předání pacienta

do nemocničního zařízení. U dospělých pacientů podáváme balancovaný roztok krystaloidu, popřípadě Hartmannův roztok nebo Ringer-laktát roztok. Při aplikaci infuzní terapie postupujeme dle následujícího pravidla. Rychlost podání vypočteme vynásobením 10 ml s rozsahem popálené plochy (%). Maximální objem infuze je 500 ml/h. [22]

U pacientů, kteří utrpěli rozsáhlý popáleninový úraz se řídíme modifikovanou Brookovou formulí. Tímto vzorcem zjistíme, kolik ml krystaloidního roztoku máme pacientovi podat v prvních 8 hodinách po úrazu. Vzorec modifikované Brookovy formule zní: „dvojnásobek celkové plochy popálení (%) × tělesná hmotnost (kg)“. Následuje kontrola moči každé 2 hodiny. Množství moči by mělo odpovídat 0,5 ml/kg/hod. Metoda modifikovaného Brookova vzorce může zlepšit respirační poruchy bez postižení ledvin. Jelikož je podání tekutin vypočteno na delší časový úsek, je nutné stále sledování klinického stavu pacienta, aby se v případě zhoršení jeho stavu mohla infuzní léčba upravit. [11, 22]

3.7.3 Specializovaná popáleninová centra

„Popáleninová centra jsou specifickým typem traumacentra, která zajišťují komplexní diagnostickou a léčebnou péči o pacienty se závažnými popáleninami. S ohledem na poskytovanou péči jsou centrem vysoce specializované zdravotní péče ve smyslu § 112 zákona č. 372/2011., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování, ve znění pozdějších předpisů.“ [23]

V České republice mají statut Centra vysoce specializované péče o pacienty s popáleninami ta zařízení, která uvádí Věstník Ministerstva zdravotnictví č. 3 ze dne 8. 2. 2016. Jedná se o Fakultní nemocnici Královské Vinohrady, Fakultní nemocnici Brno a Fakultní nemocnici Ostrava. Z nichž Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a Fakultní nemocnice Brno jsou zároveň Specializovanými centry pro léčbu popálenin při radiačních nehodách. [23, 24]

3.8 Chirurgická léčba popálenin

Při léčbě popálenin je nejdůležitější, aby se popálená místa zhojila a pacient se mohl vrátit do svého běžného života s minimem následků. [20]

Na péči o pacienty s popáleninami se podílí multidisciplinární tým, který zahrnuje popáleninové chirurgy, specializované zdravotní sestry, anesteziology, pediatry, internisty, psychology, mikrobiology, nutriční terapeuty i rehabilitační a sociální pracovníky. [8]

Escharatomie

Escharotomie je provádění uvolňujících nářezů pilovitého tvaru u rozsáhlých popálenin, kde vznikající edém utlačuje velké cévy a brání dostatečnému průtoku krve. Jejím cílem je uvolnění napnutých tkání. K léčbě nerozsáhlých popálenin postačuje využití konzervativního postupu. Kolaterální edém podkožní tkáně, který vzniká u nerozsáhlých popálenin, neutlačuje velké cévy a nebrání dostatečnému prokrvení. [11]

Pokud je to možné začátek i konec nářezu by měl být ve zdravé tkáni, maximálně v místě povrchového popálení. Hloubka nářezu zasahuje až do vrstvy podkožního tuku. Krvácení při tvorbě nářezů je stavěno elektrokoagulací. Escharotomie se provádí na horních i dolních končetinách, v oblasti hrudníku, krku nebo horních očních víček. V břišní oblasti se uvolňující nářezy obvykle neprovádí. [11]

Nekrektomie

Nekrektomie neboli chirurgická excize znamená odstranění mrtvé tkáně. Odstraněním nekrotické tkáně se předchází rozvoji septického stavu. Tento výkon je prováděn nejčastěji třetí den po úrazu, kdy lokální otok stále přetrvává, ale už jsme schopni určit hloubku popálení. Provádí se na operačním sále v celkové anestezii pacienta. [11, 20]

Nekrektomii dělíme podle uplynulé doby od úrazu na primární a odloženou, nebo podle způsobu odstranění tkáně. Nejčastěji je prováděna nekrektomie tangenciální a fasciální. Při tangenciální nekrektomii se odstraňuje odumřelá tkáň po tenkých vrstvách do té doby, než se objeví živá tkáň. Tato metoda zachovává živou tkáň i zbytky podkoží. Komplikací při provádění může být obtížné zastavení kapilárního krvácení. Druhou metodou je nekrektomie fasciální. Ta odstraňuje devitalizovanou tkáň včetně podkoží, tuku až k svalové fascii. Odstranění se neprovádí po jednotlivých vrstvách, nýbrž v celku tzv. „en bloc“. Oproti předchozí metodě je operační doba kratší a krevní ztráty pacienta jsou menší. Nevýhodou je pravděpodobné poškození povrchových nervů. Po odstranění odumřelé tkáně se místo kryje buď dočasně kožními kryty nebo definitivně autotransplantáty. [8, 20]

Transplantace

Po úspěšné nekrektomii se v co nejkratším časovém úseku zajišťuje definitivní krytí popálené plochy. K transplantaci zničené kůže popálením se využívají autotransplantáty, které jsou odebrány z nepoškozené části těla pacienta, další možností je využití alotransplantátů, ty se odebírají z kůže živého dárce. Využívají se i xenotransplantáty z kůže prasečí. Autotransplantáty se odebírají v celkové anestezii z nepopálené kůže. Nejčastěji se využívá kůže stehna a hýždí. K odběru autotransplantátů se používají dermatomy a transplantační nože. [8]

Převazy rozsáhlých popálenin i kontroly autotransplantátů se provádí v celkové anestezii na operačním sále. Od čtvrtého dne po operaci se na odběrovou plochu aplikují krémy s obsahem kyseliny hyaluronové a stříbrné soli sulfadiazinu. V závislosti na hloubce odběru by se takto ošetřené místo mělo zahojit do 14 dnů bez komplikací. Na fixované transplantáty ke spodině defektu se přikládá mastný tyl a následně vrstva vlhkého a suchého mulu, to vše je zafixováno elastickým obinadlem. Všechny ostatní popálené plochy se kryjí mastným tylem a vrstvou sterilního mulu. První převaz po autotransplantaci se provádí nejdříve druhý den po operaci. [8]

3.9 Prevence vzniku termického úrazu

K největšímu množství úrazů, především u malých dětí, dochází v domácnostech. Třetí nejčastější příčinou smrtelného úrazu u dětí jsou popáleniny a opařeniny. Důležité je těmto úrazům předcházet. Nejlépe je eliminujeme tím, že budeme rodiče, pedagogy a všechny, kdo se o děti starají dostatečně edukovat v rámci této problematiky. [25]

Zde je výběr ze seznamu, který vydalo Ministerstvo zdravotnictví České republiky v rámci prevence popálenin a opařenin:

- Zápalky i zapalovače by měly být umístěny mimo dosah dítěte, minimálně do 5 let věku. Starší děti mají být poučeny, jak s nimi zacházet. Vždy se zápalkami i zapalovači zacházet pod dohledem dospělé osoby.
- Nádoby s horkými tekutinami umísťovat mimo dosah, a nejlépe i dohled, dítěte.
- Pokud se vaří na sporáku v přítomnosti dítěte, mít zapnuté pouze zadní plotýnky.
- Pečící trouba i mikrovlnná trouba by měly být umístěné nad úrovní hlavy malého dítěte.
- Nenechávat otevřená dvířka u horké trouby.
- Před koupáním dítěte ve vaně zkontrolovat teplotu vody v napuštěné vaně.
- Vyvarovat se kouření v domácnosti.
- Během přenášení nádob s horkými tekutinami se ujistit, že dítě je v dostatečné vzdálenosti.
- V domácnosti s malými dětmi by se neměly vyskytovat ubrusy na stolech. Dítě je schopno za ubrus zatahat a vylít na sebe např. horký čaj nebo kávu. [23]

K prevenci vzniku popálenin patří také instalace detektoru kouře, regulátory ohřivačů vody, zajištění bezpečné instalace elektřiny nebo dětské oblečení odolné vůči vzplanutí. Děti by měli být poučeny, co dělat v případě, že v domácnosti dojde k požáru. Také by měli znát číslo na linku 150. [23, 26]

4 METODIKA

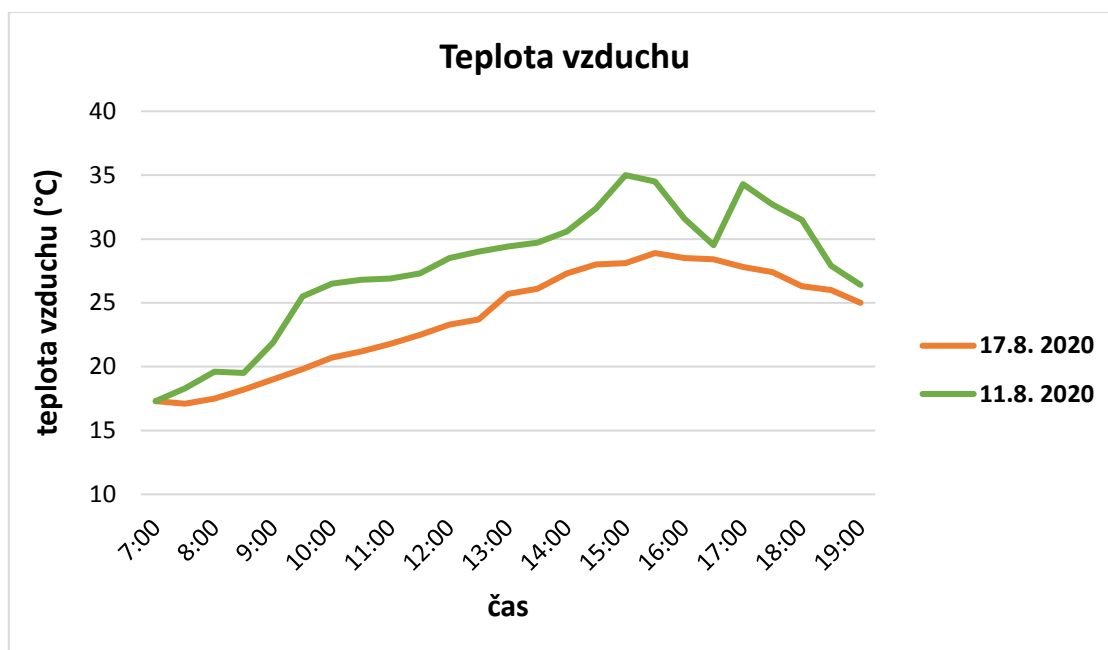
Tento výzkum byl proveden jako výzkum monitorovací, pro který bylo vybráno pět odlišných zahradních hadic. U těchto zahradních hadic byla měřena a zaznamenávána teplota jejich povrchu. Konkrétní zahradní hadice byly vybrány, pro jejich cenovou dostupnost a široké užití veřejností. Ke správné identifikaci byly jednotlivé zahradní hadice označeny číslem a barvou (viz Příloha 3). Čtyři zahradní hadice byly napojeny na jeden zdroj vody. Zahradní hadice č. 5 byla umístěna na stojanu pro zahradní hadice, takže neležela přímo na travnatém/betonovém povrchu jako ostatní. Umístění zahradní hadice na stojanu je vidět v Příloze 5.

Tabulka 1 - Vybrané zahradní hadice [vlastní zpracování]

	Č. 1	Č. 2	Č. 3	Č. 4	Č. 5
Délka (cm)	801	808	804	806	996
Tloušťka stěny (cm)	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3
Vnitřní průměr hadice (cm)	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
Objem (l)	4,25	4,29	4,27	4,96	6,13
Materiál	Guma	PVC + polyester	PVC + polyester	PVC + polyester	PVC + polyester
Barva hadice	Černá	tmavě zelená	světle zelená	Modrá	Modrá

K dosažení podobného objemu zahradních hadic byly jejich délky upraveny tak, aby se všechny pohybovaly kolem 8 m. Průměr délky všech zahradních hadic byl 843 cm. Z důvodu odlišného uložení pouze zahradní hadice č. 5 nebyla upravena do stejné délky jako zbývající hadice a měřila necelých 10 m. Po celý čas výzkumu byla namotána na bubnovém stojanu pro zahradní hadice.

Výzkum byl proveden během dvou dnů. První měření proběhlo na travnaté ploše v úterý 11. 8. 2020 v Pardubickém kraji (viz Příloha 4). V tento den teplota vzduchu dosáhla maxima 35 °C, jedná se o tropický den v České republice. Průměrná denní teplota vzduchu byla 22,7 °C. Podruhé proběhlo měření na betonovém povrchu v pondělí 17. 8. 2020 v Praze (viz Příloha 6). Tento den je hodnocený jako průměrný letní den v České republice. Denní teploty nepřesáhly hranici 30 °C. Průměrná teplota vzduchu během tohoto dne byla 20,2 °C. Změny teploty vzduchu během jednotlivých dnů zobrazuje Obrázek 1. [27]



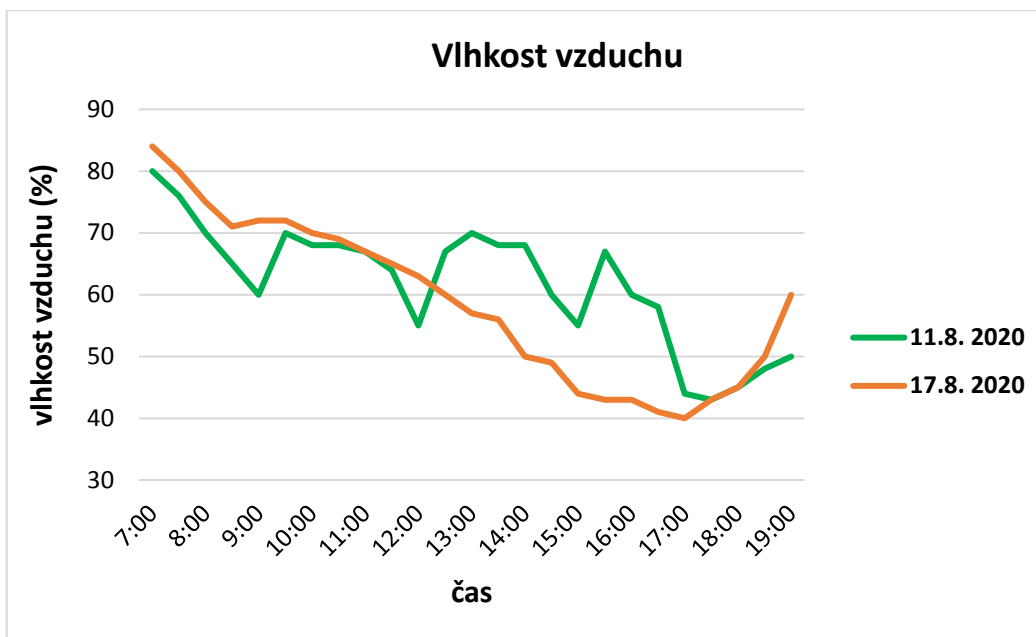
Obrázek 1 - Teplota vzduchu [vlastní zpracování]

K měření teploty povrchu zahradních hadic a teploty vody jsme použili dva certifikované teploměry, aby se předešlo naměření chybných hodnot. Zvolili jsme infračervený teploměr Parkside PTIA 1, který měří v rozmezí od -50 do +380 °C. Pokud teplota vzduchu přesáhne 0 °C, jeho odchylka měření je 0,3 °C, jestliže teplota vzduchu klesne pod bod mrazu, jeho odchylka měření je 1,5 °C. Kontrola měření byla prováděna bezkontaktním teploměrem Garatherm Non Contact, který má měřicí rozmezí od 0 do 100 °C, jeho odchylka měření je 0,2 °C. Odchylka mezi těmito teploměry byla minimální. K zaznamenávaným hodnotám, mimo teploty povrchu zahradních hadic a teploty vody, patřila vlhkost vzduchu a záznam denního slunečního svitu z údajů Českého hydrometeorologického ústavu.

Měření probíhalo během celého dne po dobu dvanácti hodin, od 7 do 19 hodin. Nejprve se všechny zahradní hadice napustily vodou. Poté se každou půlhodinu měřila teplota povrchu jednotlivých zahradních hadic oběma zmíněnými teploměry, teplota vzduchu a vlhkost vzduchu. Teplota vody se měřila třikrát během dne. Před prvním měřením vody, které bylo v 7 hodin ráno, se všechny zahradní hadice napustily vodou (na konec každé zahradní hadice se připojil uzávěr, aby napuštěná voda nevytékala). Následně se již do zahradní hadice voda nenapouštěla (při měření teploty vody se odlila pouze část napuštěné vody ze zahradní hadice).

Ze zahradní hadice, která byla napuštěna vodou, se při měření teploty vody vždy odpustilo 500 ml do nádoby, z odlitých 500 ml se změřila teplota vody, která se zaznamenala. První měření teploty vody proběhlo v 7 hodin ráno. Podruhé se teplota vody změřila tři hodiny od chvíle, kdy na zahradní hadice začalo svítit slunce. Systém záznamu chronologicky zahrnoval záznam času, kdy na místo začalo svítit slunce a kde byly položeny zahradní hadice. Od této chvíle se počítaly tři hodiny, po uplynutí tří hodin se poprvé změřila teplota vody. Během prvního dne měření začalo slunce svítit na místo, kde byly umístěny zahradní hadice, v 12:30 hod tzn. teplota vody se zaznamenala v 15:30 hod. V průběhu druhého dne měření začalo slunce svítit na zahradní hadice v 14 hod, teplota vody byla zaznamenána v 16:00 hod. Třetí a zároveň poslední měření vody v obou dnech proběhlo na konci celého výzkumného dne, a to v 19 hodin.

Vlhkost vzduchu během výzkumného dne 11. 8. 2020 v Pardubickém kraji v 7:00 byla 80 % od 12:00 se ustálila v rozmezí 45–50 %. Při druhém měření v Praze dne 17. 8. 2020 byla vlhkost vzduchu na začátku výzkumného dne 85 % od 12 hod se ustálila mezi 65–60 %. Změny vlhkosti vzduchu během jednotlivých dnů popisuje Obrázek 2.



Obrázek 2 - Vlhkost vzduchu [vlastní zpracování]

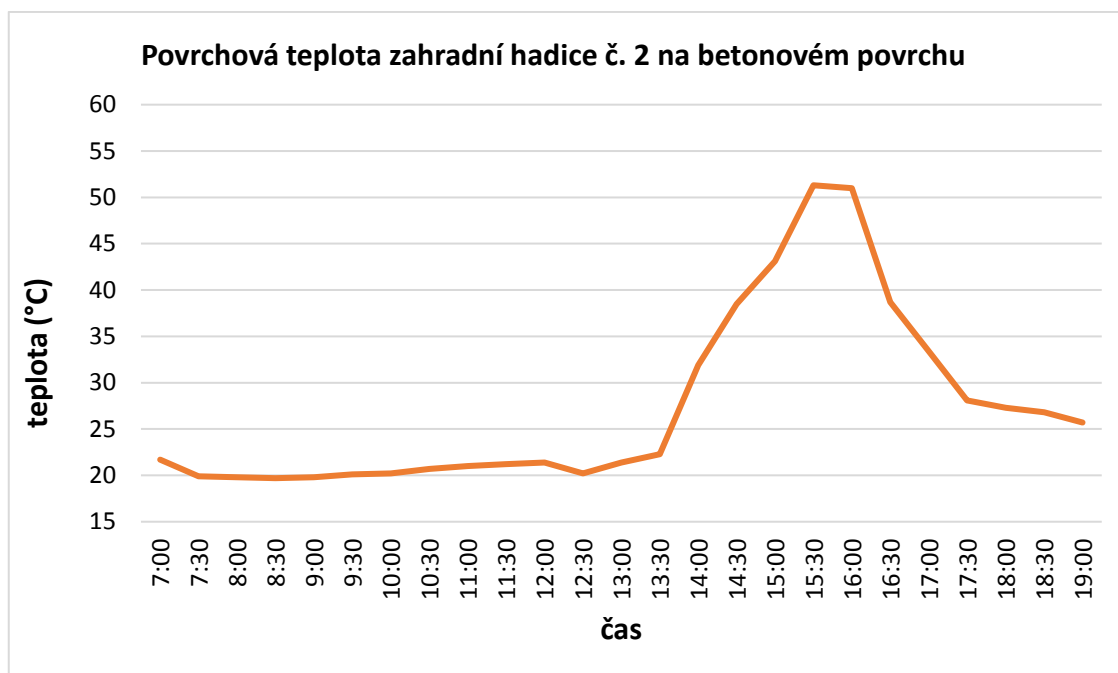
V Tabulce 2 jsou zaznamenána data o slunečním svitu v průběhu jednotlivých výzkumných dnů. Doba slunečního svitu je uváděna v minutách. Celková doba slunečního svitu v den 11. 8. 2020 v Pardubickém kraji byla 534 minut. V Praze 17. 8. 2020 byla celková doba slunečního svitu o několik desítek více, a to 594 minut.

Tabulka 2 - Sluneční svit v průběhu měření [Český hydrometeorologický ústav; 28, 29]

Datum	11.8. 2020 [28]	17.8. 2020 [29]
Čas	Minuty	Minuty
7:00	54	30
8:00	60	60
9:00	60	60
10:00	48	60
11:00	36	60
12:00	30	60
13:00	24	60
14:00	60	60
15:00	42	54
16:00	24	42
17:00	0	42
18:00	24	6
19:00	42	0
Celkem	504	594

5 VÝSLEDKY

Největší částí tohoto výzkumu bylo měření teploty povrchu zahradních hadic. Teplota povrchu těchto hadic je jedním z faktorů, který určuje hodnotu teploty vody, jež je v nich napuštěná. Teplota povrchu zahradních hadic, které byly umístěny na travnatém povrchu, dosáhla svého maxima v čase od 12:30 do 15 hod (viz Tabulka 3). Zato povrch zahradních hadic, které byly umístěny na betonovém povrchu, dosáhl, až na jednu hadici, nejvyšší teploty v 15:30 hod (viz Tabulka 4). Pro představu je znázorněna povrchová teplota zahradní hadice č. 2, jak se měnila v průběhu dne. Obrázek 3 znázorňuje teplotu zahradní hadice na betonovém povrchu. Pro srovnání uvádíme i povrchovou teplotu téže zahradní hadice na travnaté ploše na Obrázku 4. Ze začátku dne byla povrchová teplota na obou površích obdobná. Obrázek 3 ilustruje pomalejší nárůst, ale rychlejší pokles teploty, který byl zaznamenán na betonovém povrchu. Oproti tomu na Obrázku 4 pozorujeme rapidnější vzestup povrchové teploty zahradní hadice na travnaté ploše až na maximální hodnotu 57,8 °C (viz Příloha 7). Teplota 57,8 °C byla nejvyšší naměřenou teplotou ze všech zahradních hadic v obou dnech.



Obrázek 3 – Povrchová teplota zahradní hadice č. 2 na betonovém povrchu [vlastní zpracování]



Obrázek 4 – Povrchová teplota zahradní hadice č. 2 na travnatém povrchu [vlastní zpracování]

Jak ukazuje Tabulka 3, nejvyšší naměřená teplota povrchu zahradní hadice byla 57,8 °C u zahradní hadice č. 2. Velmi markantní rozdíl pozorujeme v porovnání s maximální teplotou zahradní hadice č. 3, která se od zahradní hadice č. 2 lišila o více než 10 °C.

Tabulka 3 - Nejvyšší naměřená teplota povrchu zahradních hadic, které byly umístěny na travnaté ploše [vlastní zpracování]

Zahradní hadice	Čas	Teplota povrchu zahradní hadice (°C)
č. 1	15:00	53,6
č. 2	12:30	57,8
č. 3	12:30	45
č. 4	14:00	47,2
č. 5	15:00	56,3

Tabulka 4 - Nejvyšší naměřená teplota povrchu zahradních hadic, které byly umístěny na betonové ploše [vlastní zpracování]

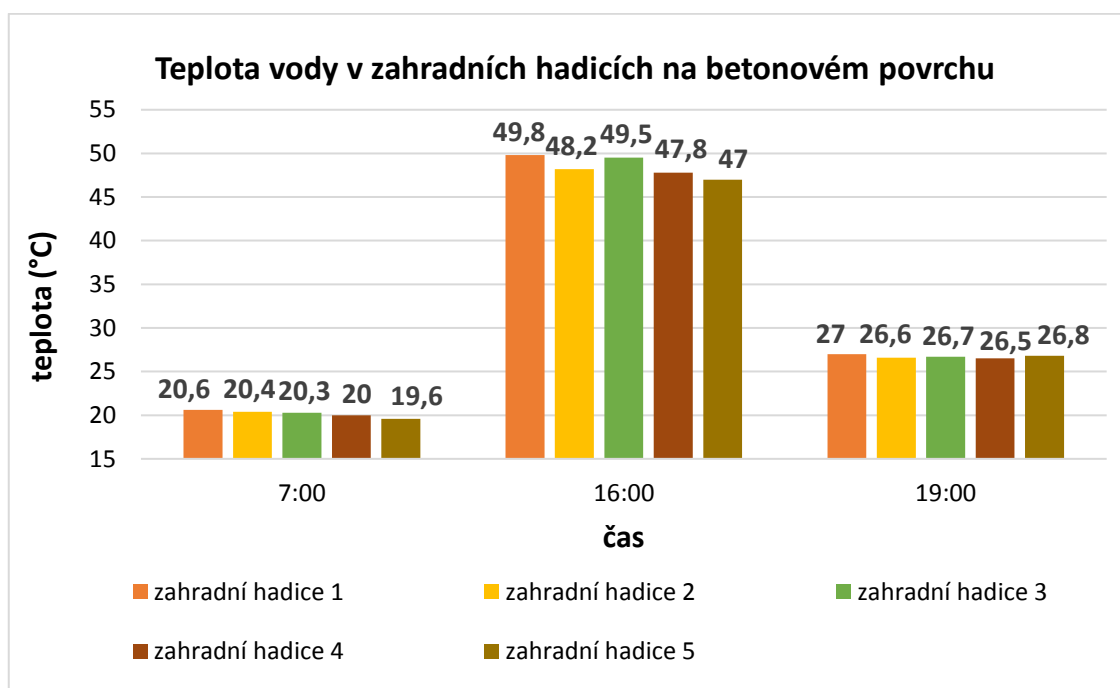
Zahradní hadice	Čas	Teplota povrchu zahradní hadice (°C)
č. 1	15:30	51,2
č. 2	15:00	51,5
č. 3	15:30	51,4
č. 4	15:30	50,2
č. 5	15:30	50,5

Hlavním faktorem, který ovlivňuje vznik opaření, je teplota vody v zahradní hadici. Pro změření nejvyšší dosažené teploty vody v zahradních hadicích byl zvolen okamžik tři hodiny od doby, kdy na zahradní hadice začalo svítit slunce. V tuto dobu jsme předpokládali nejvyšší naměřené teploty vody během dne. Tato domněnka byla potvrzena. Povrch zahradních hadic dosáhl nejvyšší teploty právě v tento moment (viz Tabulka 3 a 4). Tato chvíle měření teploty vody v zahradních hadicích na travnatém povrchu byla odlišná od měření na povrchu s betonem. Na zahradní hadice položené na travnatém povrchu slunce začalo svítit v 12:30 hod, tudíž se voda v nich změřila v 15:30 hod. Na zahradní hadice umístěné na betonovém povrchu začalo slunce svítit ve 13 hodin, tudíž teplota vody byla měřena v 16:00 hod. Obě měření musela splňovat parametr tříhodinové sluneční expozice.

Mezi naměřenými hodnotami teploty vody byly během dne velké rozdíly. Při měření teploty vody v zahradních hadicích na betonovém povrchu (viz Tabulka 5 a Obrázek 3) i na povrchu travnatém (viz Tabulka 6 a Obrázek 6) byly rozdíly mezi jednotlivými měřeními více než 20 °C (viz Tabulka 5 a Obrázek 5).

Tabulka 5 - Nejvyšší naměřená teplota vody v zahradních hadicích, které ležely na betonové ploše (°C) [vlastní zpracování]

Čas	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5
7:00	20,6	20,4	20,3	20	19,6
16:00	49,8	48,2	49,5	47,8	47
19:00	27	26,6	26,7	26,5	26,8

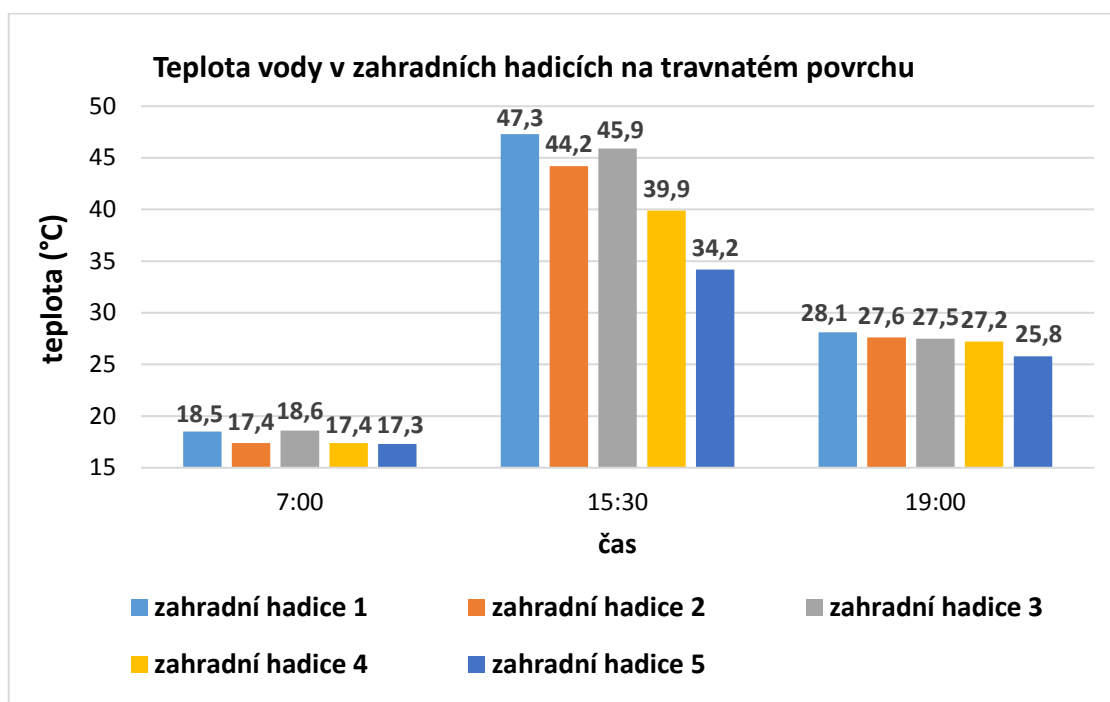


Obrázek 5 - Kompletní zobrazení teploty vody v zahradních hadicích na betonovém povrchu [vlastní zpracování]

Při prvním měření teploty vody byly zjištěné hodnoty u všech zahradních hadic srovnatelné. Průměr teploty vody v 7 hodin u zahradních hadic na travnatém povrchu byl 17,8 °C. V odpoledních hodinách se teplota vody v zahradních hadic pohybovala kolem 42 °C. Večerní průměr klesl na hodnotu 27,2 °C. Další den byla průměrná ranní teplota vody 20,18 °C. Při druhém měření byl průměr teploty vody 48,5 °C. I při posledním měření byla průměrná teplota vody oproti předchozímu dni nižší, a to 26,7 °C.

Tabulka 6 - Nejvyšší naměřená teplota vody v zahradních hadicích, které ležely na travnaté ploše (°C) [vlastní zpracování]

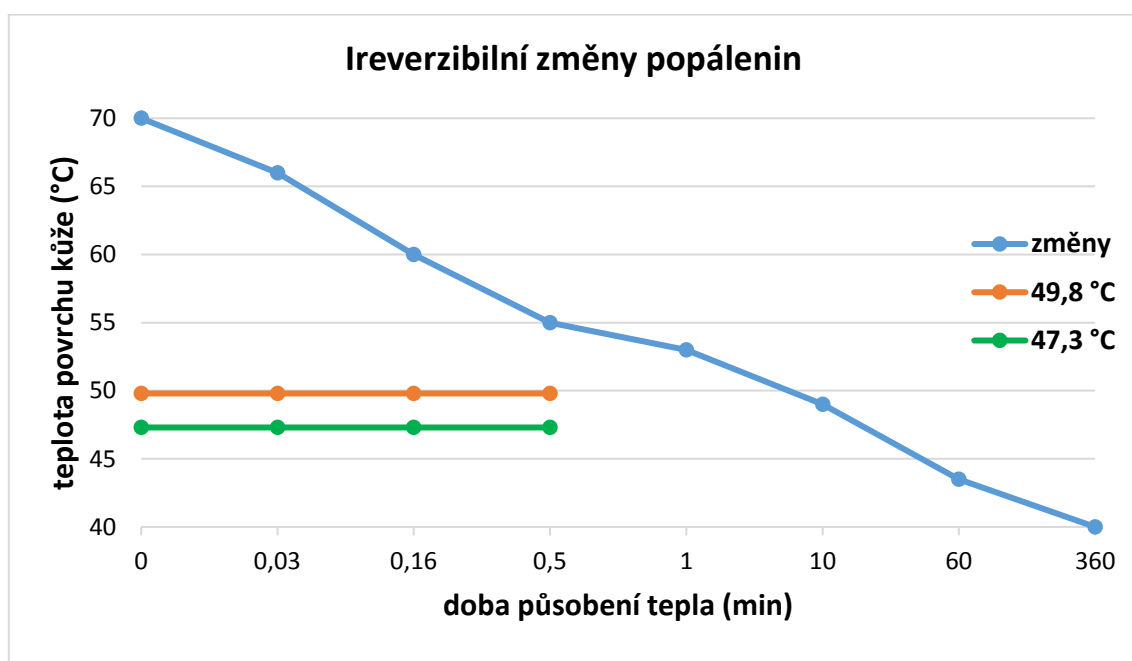
Čas	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5
7:00	18,5	17,4	18,6	17,4	17,3
16:00	47,3	44,2	45,9	39,9	34,2
19:00	28,1	27,6	27,5	27,2	25,8



Obrázek 6 - Kompletní zobrazení teploty vody v zahradních hadicích na travnatém povrchu [vlastní zpracování]

Pro tento výzkum byly zvoleny běžné zahradní hadice různých materiálů i barev. Zahradní hadice č. 1 měla barvu černou. Náš předpoklad, že voda v černé hadici bude mít nejvyšší teplotu, se potvrdil. Teplota vody v této hadici dosáhla hodnoty 49,8 °C na betonovém povrchu. Ale nejvyšší naměřená teplota povrchu byla u zahradní hadice č. 5, která měla barvu modrou, a to 56,3 °C na travnatém povrchu. I když černá barva pohlcuje celé spektrum slunečního záření a žádné neodráží, neznamená to, že by voda v zahradních hadicích, jiné než černé barvy, nedosáhla tak vysoké teploty vody, která by vedla k opaření. [30]

Hadice č. 5 byla umístěna na stojanu pro zahradní hadice, tudíž neležela přímo na zemi jako zbylé hadice. Teplota vody v ní však byla prakticky srovnatelná s teplotou vody u volně ležících zahradních hadic. Teplota povrchu se rovněž výrazně nelišila od teploty zbylých hadic, které ležely na zemi. Teplotní výkyv nastal až při měření teploty povrchu zahradní hadice na travnaté ploše. Naměřená teplota povrchu u této zahradní hadice patřila k nejvyšším naměřeným tj. 56,3 °C. I přes šedou barvu stojanu a namotání jednotlivých otcěk hadice na sebe, tak aby se v její délce překrývaly, vedlo k významnému zahřátí jejího povrchu, a hlavně vody v ní, která dosáhla teploty 47 °C.



Obrázek 7 - Ireverzibilní změny popálenin [vlastní zpracování, původní šetření Königová a Bláha, 2010]

Námi naměřená teplota vody odpovídá teplotě, která by mohla způsobit pouze povrchové popálení ve formě opařenin. Toto tvrzení podporuje Obrázek 4, který ukazuje, kdy je poškození vzniklé popálením již nevratné, tzn. popáleniny IIb. a III. stupně. Dle Königové a Bláhy (2010) je hraniční teplotou snesitelnosti u lidského jedince 43,5 °C. Pakliže teplota přesahuje zmíněnou teplotní hranici, záleží na délce expozice působení tepelné energie, jestli poškození bude reverzibilní, či nikoli. Pokud by teplota byla nižší než 43,5 °C, musela by tepelná energie působit na organismus déle než 60 min, aby došlo k nevratným změnám. Působení tepelné energie tak dlouhou dobu je velmi nepravděpodobné.

6 DISKUZE

Tato výzkumná práce je zaměřená na sledování a zaznamenávání teploty vody, která se nachází ve volně ležících zahradních hadicích. Chceme dokázat, že hrozí reálné nebezpečí opaření vodou, která se nachází vně zahradních hadic, případně jejich expozice slunečním zářením.

Během našeho monitorovacího výzkumu byly zahradní hadice záměrně umístěny na místo, kam přes den slunce svítí nejvíce. To proto, abychom dokázali, že hrozí reálné opaření vodou z volně ležící zahradní hadice, které je exponované slunečním zářením i v zeměpisných šířkách mírného podnebného pásu. Česká republika leží v mírném podnebném pásu, kde letní teploty ojediněle přesáhnou hranici 30 °C. Průměrná teplota během letních měsíců v České republice v roce 2020 byla 18,3 °C. Dny, kdy teplota přesáhne třiceti stupňovou hranici, považujeme za tropické. Léto roku 2020 bylo, co se týče teploty vzduchu, průměrné. Celkem bylo 28 tropických dnů. [27]

Teplota vzduchu je jedním z faktorů ovlivňující teplotu vody uvnitř zahradní hadice. Jednotlivé monitorovací dny se uskutečnily v časovém rozmezí jednoho týdne. Celý průběh změn teploty vzduchu během jednotlivých dnů je zobrazen na Obrázku 1. Během výzkumu na travnatém povrchu se teplota vzduchu pohybovala okolo 17 °C. Maximální hodnoty 35 °C dosáhla v 15:30, v tento čas se i změnila teplota vody. Ke konci dne teplota vzduchu poklesla na 25 °C. Den, kdy probíhal výzkum na betonovém povrchu, nebyl, co se týče teploty vzduchu, výrazně odlišný. První záznam teploty vzduchu měl hodnotu 17 °C. Denní teplota dosáhla svého maxima 28,5 °C v 15:30, v tomto případě se teplota vody změnila až za půlhodiny od dosažení tohoto maxima. Při konečném měření byla teplota vzduchu 25 °C. Význam má i oblast, ve které byl výzkum prováděn. V Praze jsou průměrné letní teploty vyšší než v Pardubickém kraji. [Český hydrometeorologický ústav]

Jednou z pozorovaných veličin byla vlhkost vzduchu. Na obrázku 2 je znázorněn graf změny vlhkosti vzduchu během obou výzkumných dnů. V den umístění zahradních hadic na travnaté ploše byla průměrná denní vlhkost vzduchu 62 %. Následující den výzkumu průměr vlhkosti vzduchu klesl pouze o 3 %, na hodnotu 59 %. Ve srovnání těchto dvou

dnů se vlhkost vzduchu výrazně lišila až v druhé polovině dne. Sestupnou tendenci měla v rámci druhého dne měření na betonovém povrchu, kdy dosáhla minima 40 % v 17 hodin. Naopak při měření na travnatém povrchu vlhkost vzduchu kolísala v rozmezí 55–70 %. V obou dnech se vlhkost vzduchu od 17. hodiny začala znovu zvyšovat.

Z poskytnutých dat Českým hydrometeorologickým ústavem jsme zjistili celkovou dobu slunečního svitu během našeho výzkumu (viz Tabulka 2). 11.8. 2020 v Pardubickém kraji byla doba slunečního svitu během dvanácti hodin probíhajícího výzkumu 504 minut. Z počátku dne, od 7 do 9 hodin, bylo zaznamenáno 120 minut slunečního svitu během jedné hodiny. V průběhu dne už tak velká sluneční intenzita nebyla. Další den výzkumu v Praze se počet minut slunečního svitu během námi zaznamenávaných dvanácti hodin zvýšil o 90 minut. Od 7 do 14 hodin slunce svítilo celých sedm hodin. Od 14. hodiny intenzita slunečního svitu klesala. Během letních měsíců na zmíněných místech je výše uvedená délka slunečního svitu průměrnou. [28, 29]

Pokud zahradní hadice leží na místě, kam celý den slunce nesvítí, teplota vody, jež je v zahradní hadici by neměla dosáhnout tak vysoké hodnoty, která by vedla k opaření, i když teplota vzduchu překračuje hodnotu 30 °C. Toto tvrzení vyplývá z námi naměřených dat, jelikož teplota povrchu zahradních hadic v době, kdy na ně už slunce nesvítilo, nebyla ani 30 °C. Tím pádem předpokládáme, že voda v zahradní hadici, jejíž povrchová teplota nepřekračuje třicetistupňovou hranici, nepřekročí hodnotu teploty, která už není pro lidského jedince snesitelná a vedla by k vzniku opaření.

Maximální snesitelná teplota vody při kontaktu s lidskou pokožku je 43,5 °C. Jak ukazuje Obrázek 7, který vychází z původního šetření Königové a Bláhy (2010), jež uvádí ireverzibilní změny na lidské pokožce, které jsou způsobeny opařeními. Na Obrázku 7 vidíme znázornění doby působení tepla, které ovlivňuje teplotu pokožky. Tzn. čím déle působí vyšší teplota na pokožku, tím je její poškození závažnější, a pravděpodobnost nevratných změn se zvyšuje. U teplot nad 70 °C stačí působení pouze několik sekund, aby vzniklé poškození bylo nevratné. Naopak při hraniční teplotě 43,5 °C by doba působení musela být delší než 1 hodinu. Námi naměřená maximální teplota vody ze všech zahradních hadic byla 49,8 °C, v zahradní hadici č. 1 na betonovém povrchu.

Tato teplota je zaznamenána na Obrázku 7 oranžovou úsečkou. Zelená úsečka na stejném grafu představuje nejvyšší naměřenou teplotu vody také v zahradní hadici č. 1. na travnatém povrchu. Tyto úsečky jsou znázorněny v časovém úseku do 30 s. Nepředpokládáme delší působení hypertermické vody ze zahradních hadic. Z toho vyplývá, že by voda ze zahradních hadic, i přes její vysokou teplotu, neměla zanechávat ireverzibilní změny na kůži. Zároveň je pravděpodobné způsobení povrchové poškození.

Povrchové opaření, které by bylo způsobeno vodou ze zahradní hadice je nebezpečné z důvodu rizika vzniku infekce. Tím důvodem je poškození kožního krytu a ztráta kůže jako přirozené bariéry pro vstup infekce do organismu. U pacientů, kteří byli poškozeni opařením, je důležité v rámci prvotního ošetření sterilní krytí poraněného místa. Popálená plocha je bezprostředně po poranění sterilní, neboť tepelná noxa nejenže zničí kůži a podkoží, ale také patogenní mikroorganismy. I přesto může být rozvoj infekce velmi rychlý, jelikož bakterie mají kratší generační poločas a rána je také často sekundárně kontaminovaná. Infekce zasažených míst je jednou z nejvíce se vyskytujících komplikací u léčby rozsáhlého popáleninového úrazu. [31]

Pro porovnání naměřených výsledků bylo zvoleno 5 hadic různých barev a materiálů, které jsou běžně užívány (viz Tabulka 1). To proto, abychom zjistili, zdali má barva a materiál zahradní hadice vliv na teplotu vody v zahradních hadicích. Předpokládali jsme, že teplota vody v zahradní hadici č. 1, která měla černou barvu, bude mít nejvyšší teplotu. Jelikož černá barva, oproti ostatním barvám, pohlcuje celé spektrum slunečního záření. Náš předpoklad se potvrdil. Nejvyšší naměřená teplota vody byla v černé zahradní hadici č. 1 (49,8 °C) při měření na betonovém povrchu. Navzdory tomu povrch této zahradní hadice nejvyšší teploty nedosáhl. Černá zahradní hadice byla také z jiného materiálu než zbylé zahradní hadice. Nejvyšší naměřená teplota povrchu zahradní hadice (48,2 °C) byla u tmavě zelené zahradní hadice č. 2 z PVC a polyesteru taktéž na betonovém povrchu. Z tohoto důvodu nemůžeme s jistotou tvrdit, že jiná, než černá barva zahradní hadice by snižovala riziko opaření. Vliv na teplotu vody má zajisté i materiál zahradní hadice.

Vznik opaření určuje především teplota vody v zahradní hadici. Teplota vody je během letních měsíců ovlivňována mimo jiné denní dobou. Obrázek 5 ukazuje teplotu vody v den, kdy byly zahradní hadice umístěny na betonovém povrchu. Teplotu vody ze zahradních hadic umístěných na travnatém povrchu pozorujeme na Obrázku 6. Nejnižší teplota vody byla zpočátku dne při prvním měření. V rámci obou povrchů se teplota vody výrazně nelišila, pohybovala se kolem hodnoty 19 °C. Naopak nejvyšší teplota byla dosažena v rámci druhého měření tak, jak jsme předpokládali. Na betonovém povrchu byla teplota u všech zahradních hadic obdobná, kolem 49 °C. U jednotlivých zahradních hadic na travnatém povrchu maximální teplota kolísala v rozmezí od 34,2 °C do 47,3 °C. Při posledním měření, v 19 hodin, došlo oproti předchozímu k výraznému poklesu. V tomto čase se teplota vody v obou dnech pohybovala kolem 27 °C. Teplota vody se záměrně měřila v průběhu dne pouze třikrát. To proto, abychom simulovali situaci, kdy zahradní hadice leží celý den na jednom místě a není používána. Pakliže bychom teplotu vody měřili každou půlhodinu, jako jsme to dělali u povrchu zahradních hadic, nedošlo by k naměření takto vysokých hodnot. Tato situace by nastala pravidelným zaléváním po celý den. Voda, která proudí do zahradní hadice je přiváděna z podzemního zdroje, tudíž je studená.

Teplota povrchu zahradních hadic se v průběhu dne mění v závislosti na teplotě vzduchu. Jelikož zrána teplota vzduchu nebývá vysoká, ani teplota povrchu zahradních hadic nebude vysoká. Silnější intenzita slunečního záření přichází až v odpoledních hodinách. Tomu odpovídá i námi nejvyšší naměřená teplota jak povrchu zahradních hadic, tak i vody. Teplotní změnu povrchu zahradní hadice v rámci jednoho dne zobrazuje Obrázek 3 a 4. Na těchto dvou grafech můžeme porovnat odlišnosti povrchové teploty téže zahradní hadice na betonové a travnaté ploše. Pro ilustraci jsme zvolili zahradní hadici č. 2. Začátkem dne se v obou případech povrchová teplota pohybovala okolo 20 °C. Na betonovém povrchu bylo dosažení maximální teploty relativně pozvolné. Od 13:30 hod teplota vzrostla během dvou hodin téměř o 30 °C. V 15:30 dosáhla svého maxima 51,3 °C. Poté se teplota povrchu zahradní hadice již nezvyšovala, pouze klesala až na hodnotu 25,7 °C. Na travnaté ploše nastal zlom kolem poledne, kdy teplota rapidně stoupla o více než 20 °C během půlhodiny. Maximální teploty dosáhla až o hodinu později, v 13:30. U ostatních hadic vzestup povrchové teploty byl obdobný. Můžeme

konstatovat, že dosažení maximální teploty u zahradních hadic umístěných na betonovém povrchu trvalo v průměru 2 hodiny. Tuto teplotu jsme naměřili, až na jednu, u všech zahradních hadic v 15:30 hod. Teplota zahradních hadic umístěných na travnatém povrchu měla vzestup strmější, který nastal kolem poledne, po kterém dosáhla svého maxima. Tady se čas maximální teploty u jednotlivých zahradních hadic lišil. Pohyboval se od 12:30 do 15:00.

Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje teplotu povrchu zahradních hadic, je jejich umístění. Pro náš výzkum jsme záměrně zvolili místo, kam přes den svítí slunce nejvíce, abychom u zahradních hadic dosáhli co možná nejvyšší teploty. Z logiky věci vyplývá, že nižší teplota, ať už povrchu zahradní hadice nebo vody v ní, bude, pokud se umístí na stinné místo, než kdyby byla položena na místě, kam po celý den svítí slunce.

Určujícím faktorem, který ovlivňuje teplotu vody v zahradní hadici, je povrch, na kterém je zahradní hadice položena. Zahradní hadice přijímá tepelnou energii vedením z povrchu, na kterém je položena. Podle studie Coakley (2003) betonový povrch odráží o 30 % více slunečního záření než povrch, který je porostlý trávou. Z toho vyplývá naměření vyšší teploty předmětu, v našem případě povrchové teploty zahradní hadice, který je umístěn na betonovém povrchu, než je předmět umístěný na povrchu travnatém. Důvodem je zahřívání uloženého předmětu tepelnou energií z povrchu pod ním. Proto jsme pro porovnání zvolili betonový a travnatý povrch, na který jsme umístili zahradní hadice. Uvedený předpoklad se potvrdil, i přes nižší teplotu vzduchu v den měření na betonovém povrchu. Vyšší teplotu jsme naměřili u zahradních hadic, které byly v době výzkumu umístěny na betonovém povrchu. Znázornění povrchové teploty téže zahradní hadice pokaždé na jiném povrchu najdeme na obrázcích 3 a 4. Při porovnání těchto dvou obrázků vidíme rozdíl, jak povrch, na kterém je zahradní hadice umístěna, ovlivňuje její teplotu. [32]

Podstatným faktorem, který ovlivňuje riziko vzniku opaření, je množství vody, které pojme zahradní hadice. Čím širší průměr a větší délka zahradní hadice, tím větší bude její objem. Tzn. větší množství vody, které může v způsobit opaření. Při našem výzkumu byly použity podobně dlouhé a široké zahradní hadice. Námi zvolené hadice měly v průměru

objem 4, 78 l. Může nastat situace, že rodič bude chtít během horkého dne ochladit dítě vodou ze zahradní hadice, která ovšem leží na vyhřátém slunném místě. Jestliže si tuto skutečnost rodič neuvědomí, polije dítě 4,25 l vody, která přesahuje hranici snesitelnosti lidské kůže. Tímto mechanismem dojde k opaření. Objem ohřáté vody se zvyšuje se zvětšujícím se vnitřním průměrem a délkou zahradní hadice, což znamená zvýšené riziko opaření, v případě, že je zahradní hadice během tropického dne ponechána na slunném místě. Dětská pokožka je výrazně citlivější než u dospělého jedince, roli rovněž hraje zasažená plocha. I z tohoto potenciálního rizika se dle Jandové (2009) v rámci balneologie u dětí nedoporučuje celková termická koupel. [33]

Abychom předešli vzniku opaření vodou ze zahradní hadice, je na místě dodržet několik zásad prevence. Jestliže by voda ze zahradní hadice měla být použita na ochlazení člověka, je nutné nejprve odpustit dostatečné množství vody, aby se vypustila zahřátá voda. Při pouštění vody ze zahradní hadice je dobré hadici namířit mimo dosah další osoby a nejprve pocitově zkontrolovat teplotu vody, která vytéká. Až poté je voda vhodná k potenciálnímu ochlazení jedince.

Jedna ze zahradních hadic, konkrétně hadice č. 5, byla během obou výzkumných dnů umístěna na stojanu pro zahradní hadice. Chtěli jsme porovnat, zda toto umístění bude mít vliv na teplotu vody v zahradní hadici. Povrchová teplota této hadice byla srovnatelná se zbylými zahradními hadicemi. Přesto teplota vody vně této zahradní hadice byla vždy nižší než v ostatních zahradních hadicích, které byly volně položeny. Zahradní hadice umístěná na stojanu nepřijímala teplo z povrchu pod ní, jakož tomu bylo u zbylých zahradních hadic. Z výzkumu vyplývá, že jedno z opatření proti opaření horkou vodou z volně ležící zahradní hadice je umístění na stojan určený pro zahradní hadice, který bude během slunečného dne na stinném místě. U takto uložené hadice je eliminováno přijímání tepla kondukcí z povrchu, na kterém by jinak byla umístěna, jako to je v případě umístění ostatních zahradních hadic přímo na betonovém či travnatém povrchu.

Opaření, eventuálně způsobené vodou ze zahradní hadice, ať už je umístěna volně nebo na stojanu, nebudou mít fatální následek. Voda, která se napouští do zahradní hadice je přiváděna z podzemního zdroje a je velmi studená. Tím pádem hypertermická

voda nebude na kůži jedince působit tak dlouho, aby došlo k vzniku hlubokých popálenin. Pokud se ale se zahradní hadicí celý den nezalévá a je uložena na místě, kam větší část dne svítí slunce, nejprve vyteče voda horká a následně až poté voda studená. To, kolik horké vody vyteče, záleží na velikosti objemu zahradní hadice a také na tom, jak velký kus zahradní hadice je na místě, kam dopadá sluneční záření. Předpokládáme, že když bude pouze část zahradní hadice na slunném místě a druhá část na místě stinném, nedojde k ohřátí vody na tak vysokou teplotu jako, když by zahradní hadice byla pouze na místě slunném. Podle dostupných údajů z odborné literatury jsme došli k závěru, že námi naměřená teplota vody vně zahradních hadic může způsobit povrchové popáleniny.

V den, kdy probíhal monitorovací výzkum na betonovém povrchu, teplota vzduchu nepřesáhla třiceti stupňovou hranici. Pro validní výsledky by bylo dobré zopakovat měření na betonovém povrchu v den, kdy teplota vzduchu bude dosahovat tropických hodnot, tzn. překročí třicetistupňovou hranici. Pravděpodobně bychom dosáhli ještě vyšší teploty, jak povrchu zahradních hadic, tak i vody v nich. Přesto jsme naměřili teplotu vody v zahradních hadicích, která při kontaktu s lidskou kůží může způsobit opaření. I v oblasti mírného pásu, kterou je Česká republika. Kde je na celkový počet dnů v roce minimální počet tropických dnů. K významně rozdílným naměřeným teplotám v takto uložených zahradních hadicích by bylo v subtropických a tropických podnebních pásech.

Tento výzkum byl zaměřen pouze na zjišťování teploty u zahradních hadic a vně obsažené vody exponované slunečním zářením konvenčními metodami. Práce operuje s možností opaření takto nahřátou vodou bez zohlednění proměnných jako je vzdálenost osoby od ústí hadice, rozptyl proudu vody, rychlost průtoku vody, doba působení hypertermické vody. Významné proměnné budou také v dalších materiálových typech zahradních hadic, barvě a tloušťce, a to jak ve smyslu zvýšeného, tak i sníženého rizika opaření.

Důležitou roli hraje prevence vzniku opaření. Touto prací bychom mimo jiné chtěli rozšířit povědomí o možném riziku opaření hypertermickou vodou ze zahradních hadic. Aby se tato informace dostala především k rodičům dětí, kterých se to týká nejvíce.

Jelikož většina popálenin u dětských pacientů je způsobena nepozorností rodičů. V prevenci vzniku popálení spatřujeme velký význam, i proto je v této práci uváděno několik pravidel, která mají zamezit vzniku popálenin. Při dodržení těchto pravidel se může velmi výrazně pomoci ke snížení vzniku termického poranění.

Z použitých zdrojů například Königová (2010) a Brychta (2019) uvádějí dětskou věkovou skupinu jako tu, u které dochází nejčastěji k těžkým popáleninám. Jsou to právě opařeniny, které dominují v četnosti termických úrazů u dětí, nejčastěji do věku tří let. Předchází jim především zvědavostí malých dětí, které mají tendenci všechno prozkoumávat. Jelikož malé děti nejsou ještě tak obratné a netuší, kdy může dojít k opaření. Často kvůli jejich zvědavosti a hravosti dochází k opaření. Velkou roli zaujímají hlavně rodiče, kteří v dané chvíli dítě hlídají. Je to hlavně jejich nepozornost, která má za následek opaření dítěte, ale také nedostatečné dodržení opatření, která zabraňují vzniku těchto poranění. Neznalosti jsou i v prevenci vzniku opařenin.

Ve srovnání dětských popálenin s podobným poraněním u dospělým, potřebují dětské pacienti specifický přístup v ošetření i léčbě termického traumatu. Do procesu léčby popálenin je u pediatrického pacienta zahrnuta minimálně jeho nejbližší rodina, na kterou taktéž dopadají následky jeho poranění. Celý proces včetně léčby a rehabilitace je nejen fyzicky, ale hlavně psychicky náročný pro všechny zapojené osoby. Oproti dospělým je výhodou lepší a rychlejší hojení rány. Naopak za nevýhodu můžeme považovat neukončený růst dítěte, poněvadž se stále zvětšuje povrch těla. To je komplikací u hlubokých popálenin, kdy jsou poškozené vrstvy kůže, které ztratily svoje schopnosti, pružnost a tažnost.

Pokud dojde ke vzniku opaření vodou ze zahradní hadice, je důležité, aby laici, kteří budou v čase události na místě, uměli poskytnout první pomoc. Dostatečným proškolením laické veřejnosti poskytnutí první pomoci se zvyšuje pravděpodobnost zmírnění následků vzniklých opařením i na přežití postiženého jedince. Do příjezdu zdravotnické záchranné je na prvním místě zamezení dalšímu působení tepelné noxy a přemístění postiženého jedince na bezpečné místo. V našem případě se jedná o zabránění dalšímu kontaktu hypertermické vody ze zahradní hadice s kůží. K chlazení

poraněného místa se může využít chladné vody ze zahradní hadice. Ale až po odpuštění objemu hypertermické vody, která se během slunných dnů v zahradní hadici nachází. Také je nezbytné kontrolovat působení studené vody ze zahradní hadice. Dlouhá expozice velmi studené vody vede k rychlému rozvoji hypotermie, především u malých dětí. Výsledná hypotermie může mít v nejhorším případě za následek fibrilaci komor, event. asystolii. Proto se v literatuře uvádí chlazení vodou okolo 8 °C. Jelikož se špatně odhaduje přesná teplota vody, tak by používaná voda neměla být pocitově extrémně ledová. [11]

Nemůžeme vyloučit, že by opaření vodou ze zahradních hadic mohlo být způsobeno záměrně. V přednemocniční neodkladné péči se také setkáváme s opařeními způsobenými týráním dítěte v rámci syndromu child abuse and neglect. Jestliže budeme mít takovéto podezření, musíme se důkladně zaměřit na anamnézu poraněného. Tento mechanismus představuje poranění, jež má negativní fyzický, psychický ale i sociální dopad. Postižené dítě si následky tohoto poranění nese s sebou po celý svůj život. [34]

Jelikož se nepodařilo dohledat dostupné zdroje a kazuistiky, které by se zabývaly problematikou opařeními způsobených vodou z volně ležících zahradních hadic, nelze přesně stanovit teplotu vody, která by již způsobila opaření touto vodou. Vyskytuje se zde více faktorů, kterými jsme se v této práci nezabývali, např. citlivost kůže, vzdálenost potenciálně opařené osoby od zahradní hadice, kožní a cévní onemocnění daného jedince. Tyto faktory rovněž přispívají k riziku vzniku opaření.

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce má za úkol poskytnout validní data o rizicích při polití hypertermickou vodou, která se nachází ve volně ležících zahradních hadicích exponovaných slunečním zářením. K hrozbě opaření může dojít nevědomky či z nedbalosti. Během tropických dnů se riziko opaření touto vodou významně zvyšuje. Podařilo se prokázat, že voda ve volně ležících zahradních hadicích exponovaných slunečnímu záření se významně zahřívá a při kontaktu s lidskou kůží může způsobit opařeniny. Teplota zahřívání vody byla naměřena v rozmezí 39,9–49,8 °C na různých površích. Při teplotě nad 43 °C hrozí reálné riziko opaření touto vodou u zdravých jedinců. U lidí s poruchou cirkulace, kožními onemocněními nebo u dětí je opaření prakticky jisté. Výsledky potvrdily předpoklad, že na travnaté ploše bude teplota v hadicích nižší než na betonovém povrchu. Při teplotě vzduchu 35 °C voda v hadicích na travnaté ploše dosáhla teploty až 47,3 °C. Na betonovém povrchu při teplotě vzduchu 28,5 °C voda v hadicích dosáhla 49,8 °C. Při kontaktu takto horké vody s kůží hrozí vznik opařenin.

Na základě omezených dostupných odborných dat a kazuistik nelze taxativně stanovit hranici teploty vody, u které již dojde k opaření. Důvodem je množství proměnných, se kterými v této práci nebylo počítáno, jako je vzdálenost osoby od hadice, citlivost kůže, možná onemocnění (vaskulární, kožní). Naměřené maximální teploty vody 49,8 °C a 47,3 °C však mohou způsobit povrchové popáleniny ve formě opařenin.

Výsledky práce by mohly být užity k informování veřejnosti o možném opaření vodou ze zahradních hadic, které byly exponovány slunečním zářením. Podstatná je osvěta v rámci předcházení termických úrazů, a to hlavně u dětí. Tato práce přináší nový poznatek v oblasti termického poranění. Způsobení opařenin vodou z volně ležících zahradních hadicích v oblastech mírného pásu, kde teploty vzduchu dosahují tropických hodnot pouze během několika dnů v roce. Získané poznatky byly zpracovány do odborného článku, který byl zaslán do redakce časopisu *Global Pediatric Health* ISSN: 2333 - 794X k publikaci. V době odevzdání bakalářské práce nebyl ještě k dispozici oponentský posudek a ani rozhodnutí, zdali byl článek přijat k publikaci.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
2. DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
3. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. Vyd. 2. Praha: Triton, 2013. ISBN 978-80-7387-712-5.
4. KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
5. WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ. *Traumatologie*. Druhé, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, [2019]. ISBN 978-80-7492-452-1.
6. BRYCHTA, Pavel et al. Přednemocniční péče o termický úraz: Prvotní odborné ošetření popáleninového traumatu: Doporučený postup. In: *Společnost urgentní medicíny a medicíny katastrof ČLS JEP* [online]. Aktualizace 2017 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://urgmed.cz/wpcontent/uploads/2019/05/2017popaleniny.pdf>
7. LIPOVÝ, Břetislav, Filip RAŠKA a Ivan SUCHÁNEK. Opaření u batolat, stále aktuální problém?. *Pediatric pro praxi* [online]. 201, 13(2), 120–122 [cit. 2021-04-16]. ISSN 1803-5264. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/ped/2012/02/14.pdf>
8. BRYCHTA, Pavel a Milada FRANČŮ, et al. *Vybrané kapitoly z plastické chirurgie a popáleninové medicíny*. Centrum popálenin a rekonstrukční chirurgie FN Brno, 2008.
9. ŘÍHOVÁ, Jaroslava. Omrzliny – raritní diagnóza? *Causa subita* [online]. 2020, 23(4), 22-25 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <http://www.horska-medicina.cz/wp-content/uploads/2021/01/omrzliny-raritni-diagnosa-jarka-rihova-2020-causa-subita.pdf>
10. HUTCHISON, Richard L. Frostbite of the Hand. *The Journal of Hand Surgery* [online]. 2014, 39(9), 1863-1868 [cit. 2021-04-06]. ISSN 03635023. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhsa.2014.01.035
11. KÖNIGOVÁ, Radana a Josef BLÁHA. *Komplexní léčba popáleninového traumatu*. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1670-4.

12. MAGER, Radomír, Filip RAŠKA, Jana MAGEROVÁ, Ivan SUCHÁNEK a Břetislav LIPOVÝ. Léčba dětského elektrotraumatu v kontextu probíhající preventivní edukace. In 8th Central European Burn Congress. 2018. ISBN 978-80-972285-6-9.
13. RAŠKA, Filip, Břetislav LIPOVÝ a Ivan SUCHÁNEK. Vysokonapěťová elektrotraumata mladistvých, stále aktuální téma. *Pediatric pro praxi* [online]. 2017, **18**(4), 243–245 [cit. 2021-04-16]. ISSN 1803-5264. Dostupné z: <https://pediatriepropraxi.cz/pdfs/ped/2017/04/09.pdf>
14. MEJZLÍK, Jan, Viktor CHROBOK a Hana JELÍNKOVÁ. Porucha sluchu vzniklá po zasažení bleskem. *Otorinolaryngologie a foniatrie* [online]. 2011, (1), 46-50 [cit. 2021-03-30]. ISSN 1805-4528. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/otorinolaryngologie-foniatrie/2011/porucha-sluchu-vznikla-po-zasazeni-bleskem-35306>
15. STREITOVÁ, Dana a Renáta ZOUBKOVÁ, et al. *Septické stavy v intenzivní péči: ošetrovatelská péče*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5215-0.
16. KADDOURA I., et al.: review of pathophysiology and therapeutic modalities in major burns. *Ann Burns Fire Disasters*. 2017;30(2):95-102. [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5627559/>
17. RASHAAN, Z.M., A.M. EUSER, P.P.M. VAN ZUIJLEN a R.S. BREEDERVELD. Three-dimensional imaging is a novel and reliable technique to measure total body surface area. *Burns* [online]. 2018, 44(4), 816-822 [cit. 2021-03-18]. ISSN 03054179. Dostupné z: doi:10.1016/j.burns.2017.12.008
18. CHONG, Hsu Phie, Linda QUINN, Amy JEEVES, Rebecca COOKSEY, Michelle LODGE, Bernard CARNEY a Darren MOLONY. A comparison study of methods for estimation of a burn surface area: Lund and Browder, e-burn and Mersey Burns. *Burns* [online]. 2020, 46(2), 483-489 [cit. 2021-03-20]. ISSN 03054179. Dostupné z: doi:10.1016/j.burns.2019.08.014
19. Zajištění dýchacích cest v přednemocniční péči dospělých – to tube or not to tube? *Anesteziologie a intenzivní medicína* [online]. 2020, **31**(1-2), 6-12 [cit. 2021-04-21]. ISSN 1803-6597. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/anesteziologie-intenzivni-medicina/2020-1-2-1/zajisteni-dychacich-cest-v-prednemocnicni-peci-dospelych-to-tube-or-not-to-tube-123279>

20. MĚŠŤÁK, Jan, Martin MOLITOR, Ondřej MĚŠŤÁK a Lucie KALINOVÁ. *Základy plastické chirurgie*. Vydání druhé. V Praze: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2839-4.
21. D.A. Zideman, et al., European Resuscitation Council Guidelines 2021: First aid, Resuscitation (2021), <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.013>
22. SAITOH, Daizoh, Satoshi GANDO, Kunihiro MAEKAWA, et al. A Randomized Prospective Comparison of the Baxter and Modified Brooke Formulas for Acute Burn Resuscitation. *Burns Open* [online]. 2021, 5(2) [cit. 2021-04-21]. ISSN 24689122. Dostupné z: doi:10.1016/j.burnso.2021.03.003
23. Popáleninová centra. *Ministerstvo zdravotnictví České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2016 [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/popaleninova-centra/>
24. Seznam center vysoce specializované traumatologické péče a vysoce specializované péče o pacienty s popáleninami. In: *Věstník MZ ČR*, roč. 2016, částka 3, s. 38-40. Dostupné také z: <https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/wepub/11416/36104/V%C4%9Bstn%C3%ADk%20MZ%20%C4%8CR%203-2016.pdf>
25. Národní zdravotnický informační portál [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2021 [cit. 21.04.2021]. ISSN 2695-0340. Dostupné z: <https://www.nzip.cz>
26. World Health Organization. *A WHO plan for burn prevention and care* [online]. Geneva: World Health Organization, 2008 [cit. 2021-04-21]. ISBN 9789241596299. Dostupné z: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/97852/9789241596299_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
27. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Tisková zpráva ČHMÚ: Prázdninové měsíce přinesly vláhu, ale se suchem se neloučíme* [online]. 2020 [cit. 2020-12-22]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/Tiskova_zprava_s_hrnuti_prazdniny_2020.pdf
28. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, SEKTOR METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE. *Sluneční svit*. Ing. Petra Marková. Hradec Králové, 2020.

29. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, SEKTOR METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE. Sluneční svit. Radek Nezbeda. Praha, 2020.
30. MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika: elektřina ze slunce*. 2. vyd. Praha: EkoWATT, 2008. 21. století. ISBN 978-80-7366-133-5.
31. HLADÍK, Martin, et al. Ceftazidim/avibaktam v terapii infekčních komplikací kriticky popáleného pacienta s inhalačním traumatem. *Klinická farmakologie a farmacie* [online]. 2020, **34**(4), 175-178 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/far/2020/04/05.pdf>
32. COAKLEY, J.A. REFLECTANCE AND ALBEDO, SURFACE. *Encyclopedia of Atmospheric Sciences*. Elsevier, 2003, 2003, 1914-1923. ISBN 9780122270901. Dostupné z: doi:10.1016/B0-12-227090-8/00069-5
33. JANDOVÁ, Dobroslava. *Balneologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2820-9.
34. Doživotní následky po popálení jako trest za neposlušnost. *Pediatric pro praxi* [online]. 2011, **12**(3), 199-200 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2011/03/12.pdf>
35. Tabulka podle Lunda-Browdera pro dětské pacienty. *WikiSkripta* [online]. Praha: 1. LF UK, 2016 [cit. 2021-4-20]. ISSN 1804-6517. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Rozsah_posti%C5%BEen%C3%AD_pop%C3%A1lenin#/#/media/File:Lund-Browder-child.png
36. Tabulka podle Lunda-Browdera pro dospělé pacienty. *WikiSkripta* [online]. Praha: 1. LF UK, 2016 [cit. 2021-4-20]. ISSN 1804-6517. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Rozsah_posti%C5%BEen%C3%AD_pop%C3%A1lenin#/#/media/File:Lund-Browder-child.png

9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Teplota vzduchu [vlastní zpracování]	32
Obrázek 2 - Vlhkost vzduchu [vlastní zpracování]	34
Obrázek 3 – Povrchová teplota zahradní hadice č. 2 na betonovém povrchu [vlastní zpracování]	36
Obrázek 4 – Povrchová teplota zahradní hadice č. 2 na travnatém povrchu [vlastní zpracování]	37
Obrázek 5 - Kompletní zobrazení teploty vody v zahradních hadicích na betonovém povrchu [vlastní zpracování]	39
Obrázek 6 - Kompletní zobrazení teploty vody v zahradních hadicích na travnatém povrchu [vlastní zpracování]	40
Obrázek 7 - Ireverzibilní změny popálenin [vlastní zpracování, původní šetření Königová a Bláha, 2010]	41

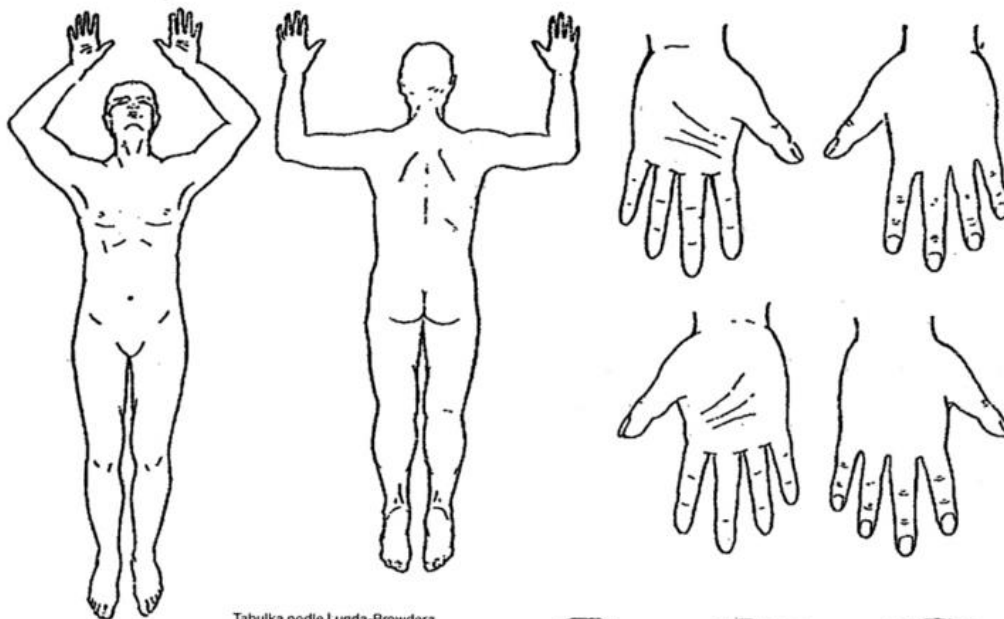
10 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK



Tabulka 1 - Vybrané zahradní hadice [vlastní zpracování]	31
Tabulka 2 - Sluneční svit v průběhu měření [Český hydrometeorologický ústav; 28]	35
Tabulka 3 - Nejvyšší naměřená teplota povrchu zahradních hadic, které byly umístěny na travnaté ploše [vlastní zpracování]	37
Tabulka 4 - Nejvyšší naměřená teplota povrchu zahradních hadic, které byly umístěny na betonové ploše [vlastní zpracování].....	38
Tabulka 5 - Nejvyšší naměřená teplota vody v zahradních hadicích, které ležely na betonové ploše (°C) [vlastní zpracování].....	39
Tabulka 6 - Nejvyšší naměřená teplota vody v zahradních hadicích, které ležely na travnaté ploše (°C) [vlastní zpracování]	40

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Tabulka podle Lunda-Browdera pro dospělé pacienty [35].....	59
Příloha 2 - Tabulka podle Lunda-Browdera pro dětské pacienty [36]	60
Příloha 3 - Označení zahradních hadic [vlastní zdroj]	60
Příloha 4 - Umístění zahradních hadic na travnatém povrchu [vlastní zdroj]	61
Příloha 5 - Zahradní hadice č. 5 umístěná na stojanu [vlastní zdroj].....	62
Příloha 6 - Umístění zahradních hadic na betonovém povrchu [vlastní zdroj]	63
Příloha 7 - Maximální teplota povrchu zahradní hadice č. 2 [vlastní zdroj]	63

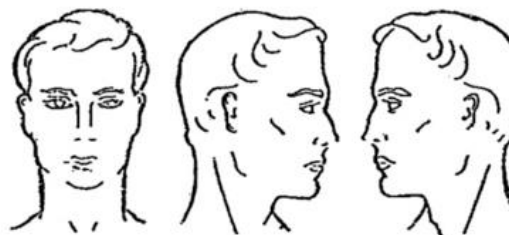
Příloha 1 - Tabulka podle Lunda-Browdera pro dospělé pacienty [35]



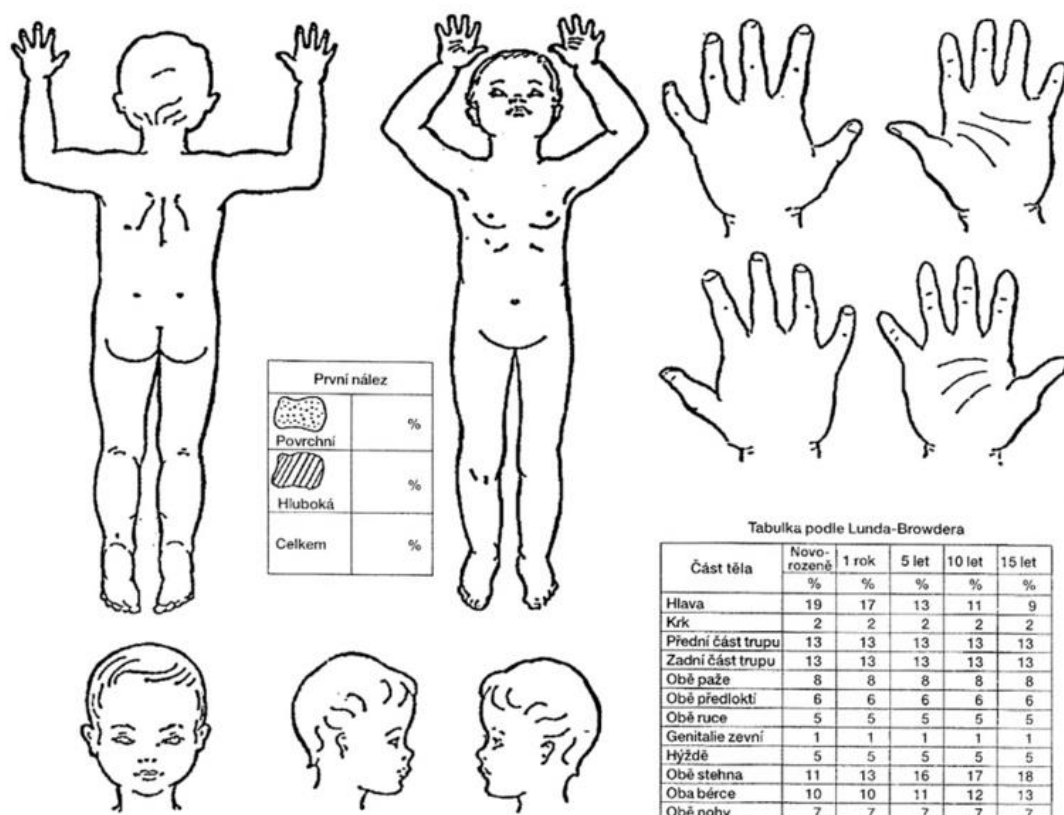
První nález	
	%
Povrchní	%
	%
Hluboká	%
Celkem	%

Tabulka podle Lunda-Browdera

Část těla u dospělých	%
Hlava	7
Krk	2
Přední část trupu	13
Zadní část trupu	13
Obě paže	8
Obě předlokti	6
Obě ruce	5
Genitálie zevní	1
Hýždě	5
Obě stehna	19
Oba bérce	14
Obě nohy	7



Příloha 2 - Tabulka podle Lunda-Browdera pro dětské pacienty [36]



Příloha 3 - Označení zahradních hadic [vlastní zdroj]



Příloha 4 - Umístění zahradních hadic na travnatém povrchu [vlastní zdroj]



Příloha 5 - Zahradní hadice č. 5 umístěná na stojanu [vlastní zdroj]



Příloha 6 - Umístění zahradních hadic na betonovém povrchu [vlastní zdroj]



Příloha 7 - Maximální teplota povrchu zahradní hadice č. 2 [vlastní zdroj]

