

Popáleninová trauma u detí

Doc. MUDr. Ján Koller, CSc.

Klinika popálení a rekonštrukčnej chirurgie LF UK a UNB, Bratislava

Detské popáleniny predstavujú niečo viac ako 30 % všetkých popáleninových úrazov v SR. Najviac postihnutou vekovou skupinou sú deti do 2 rokov a od 2 do 4 rokov. Najčastejšie sú to domáce úrazy zapríčinené obarením horúcimi tekutinami. Detské popáleniny sa odlišujú od popálení dospelých hlavne tým, že detská koža je tenšia ako u dospelých, preto popáleniny z rovnakého zdroja prenikajú v koži do väčšej hĺbky. Najúčinnější prvá pomoc po úraze je rýchle ochladenie popálených plôch, najlepšie pitnou vodou. Popáleninový šok u detí sa môže rozvinúť už pri menšom rozsahu popálení – vo veku do 2 rokov je to 5 – 7 % povrchu tela a od 2 do 4 rokov pri rozsahu 7 – 10 % povrchu tela, a vyžaduje si včasný intravenózný prívod tekutín spolu s inými terapeutickými opatreniami. Závažnosť popálení sa posudzuje predovšetkým podľa veku, rozsahu, hĺbky a lokalizácie popálení. Pri malých popáleninách je možné ambulantné liečenie spočívajúce v prvotnom chirurgickom ošetrovaní za aseptických podmienok s následnými previazmi až do úplného zahojenia všetkých defektov. Všetky ostatné popáleniny, ako aj hlboké popáleniny menšieho rozsahu si vyžadujú hospitalizáciu. Ťažké a kritické popáleniny musia byť hospitalizované v špecializovaných popáleninových centrách, kam je možné ich transportovať buď priamo z miesta úrazu do 2 hodín po úraze, alebo po prvotnom ošetrovaní a stabilizácii v najbližšej nemocnici najneskôr do 24, maximálne 48 hodín po úraze. Starostlivosť o rozsiahle popáleniny detí si vyžaduje multidisciplinárny prístup spojený s intenzívnou a resuscitačnou starostlivosťou, starostlivosťou o popáleninovú ranu a chirurgickými výkonmi zameranými na skoré odstránenie nekrotických tkanív a prekrytie rany dočasnými a trvalými kožnými náhradami. Dôležitá je aj prevencia, prípadne liečenie komplikácií, nutričná a metabolická podpora a rehabilitácia. Po zahojení rán je nutná dlhodobá zvýšená starostlivosť o čerstvo zahojené rany a sledovanie, prípadne aj podpora remodelácie jaziev. Pri jazvách vyvolávajúcich funkčné poruchy sú často nutné aj následné rekonštrukčné operácie.

Kľúčové slová: detské popáleniny, diagnostika, hodnotenie závažnosti, liečenie popáleninového šoku, komplexná starostlivosť o popálené dieťa.

Burn injury in children

Paediatric burns represent more than 30% of all burn injuries in Slovakia. The most frequently affected age groups are children up to 2 years and from 2 to 4 years old. The majority of paediatric burn injuries occur at home and are caused by hot liquids (scalds). The thickness of children's skin is thinner than that of adults; therefore the burns caused by the same source are in children deeper than in adults. The most effective kind of first aid is immediate cooling of the burned area by tap water, or other kind of clean water. The burn shock develops in children in less extensive burns than in adults; in age groups less than 2 years it can develop in burns affecting 5 to 7% of the body surface area (BSA), and in age groups from 2 to 4 years in burns affecting 7 to 10% of the BSA. Burn severity is evaluated according to age, burn extent, burn depth and localisation. Treatment of minor (small) paediatric burns includes primary diagnosis and surgical wound care under aseptic conditions. Subsequent dressing changes are provided at outpatient clinic in regular intervals until final wound closure. All other burns as well as deep burns require hospital treatment. Severe and critical burns have to be hospitalized in specialized burn centres, where they should be transferred either directly from the accident site within 2 hours post injury, or following primary management in local hospitals preferably not later than 48 hours post burn. Comprehensive burn care of extensive burns requires multidisciplinary approach including intensive/resuscitation care, burn wound care along with surgical interventions aiming at timely removal of necrotic tissues and wound coverage/closure by temporary and/or permanent skin substitutes. Prevention and/or treatment of various complications, nutritional and metabolic support and rehabilitation are of utmost importance as well. Long-term after care of healed wounds, follow-up of scars remodelling together with scar hypertrophy prevention is important following final wound closure. In cases of scar contractures causing impaired joint movement and functions surgical reconstructive procedures are indicated.

Key words: paediatric burns, diagnostic, burn severity assessment, burn shock treatment, comprehensive care of the burned child.

Pediatr. prax, 2015, 16(1): 66–72

Úvod

Popáleniny patria k jedným z najčastejších úrazov u detí. Sú štatisticky **najčastejším detským úrazom vo veku do 2 rokov** a v tejto vekovej skupine predstavujú aj najčastejšiu príčinu úmrtí traumatického pôvodu. V Slovenskej republike býva ročne lekársky ošetrovaných okolo 27 000 popálení, z toho viac ako jednu tretinu tvoria detské popáleniny. Najčastejšou príčinou detských popálení sú obareniny, za tým nasle-

dujú popáleniny plameňom a výbuchom, kontaktné popáleniny a najzriedkavejšie sú popáleniny elektrickým prúdom, chemické (poleptania) a omrzliny (10). Najčastejšie takéto popáleniny vznikajú v domácnosti. Najrizikovejším miestom pre popáleniny je kuchyňa. Čo do počtu úrazov, najviac k nim dôjde vo vekovej skupine do 2 rokov, druhá najpočetnejšia skupina je od 3 do 6 rokov (tabuľka 1) (10). Táto publikácia má za úlohu poskytnúť pediatrom v praxi základné in-

formácie o výskyte a patofyziológii detských popálení, ako aj praktické pokyny na posúdenie, diagnostiku a zásady ich manažmentu (4, 8, 13).

Patofyziológia

Popálenina je lokálna reakcia tkanív s celkovou odpoveďou organizmu, alebo bez nej na prenos energie z fyzikálneho zdroja (trenie, nadmerné teplo a chlad, žiarenie, elektrický prúd), alebo **chemického zdroja**

Tabuľka 1. Výskyt detských popálenín podľa veku a príčiny (Koller, 1994)

Vek	Obarenie	Elektrický prúd nízkeho napätia	Elektrický prúd vysokého napätia	Plameň	Výbuch	Kontakt
0 – 2	131	3	0	3	0	10
3 – 6	58	2	0	18	2	0
7 – 12	18	2	11	18	0	2
13 – 15	5	2	6	15	3	0
Celkom	212	9	17	54	5	12

Tabuľka 2. Lokálne zmeny na koži pri popáleninách

Hĺbka postihnutia	
Povrchové:	I. st. poškodenie epidermy
	IIa. st. poškodenie po papilárnu vrstvu dermy
Hlboké:	IIb. st. poškodenie hlbších vrstiev dermy
	III. st. poškodenie (zničenie) celej hrúbky kože
Rozsah – stanovenie	1 % = tieň ruky pacienta
Lund-Browderova tabuľka: deti	

(kyseliny, zásady, iné žieraviny) (11). Popáleninová noxa vyvoláva v organizme ako lokálne, tak aj celkové zmeny. **Lokálne zmeny** sa prejavujú priamo na miestach, kde došlo k poškodeniu, najmä na koži, niekedy aj na hlbšie uložených štruktúrach (tabuľka 2). **Podľa hĺbky poškodenia** rozoznávame 3 stupne popálenia, pričom druhý stupeň má dva podstupne – IIa., IIb. **Plošná extenzia lokálnych zmien** predstavuje **rozsah popáleniny**, ktorý sa udáva v percentách povrchu tela. Pri menších popáleninách je udávaná rozmermi (napríklad 5 x 4 cm; 30 cm²) alebo opisne (veľkosti dlane, mince). Pri zasiahnutí rozsiahlejšej oblasti povrchu tela, čo u detí predstavuje od 5 % do 15 % povrchu tela, sa iniciujú patofyziologické mechanizmy vedúce k **celkovým zmenám**, ktoré sa spočiatku prejavujú rýchlym rozvojom **popáleninového šoku**. Neskôr vedú celkové zmeny k rozvoju popáleninovej choroby alebo popáleninového syndrómu (4, 6, 8, 14).

Lokálne zmeny

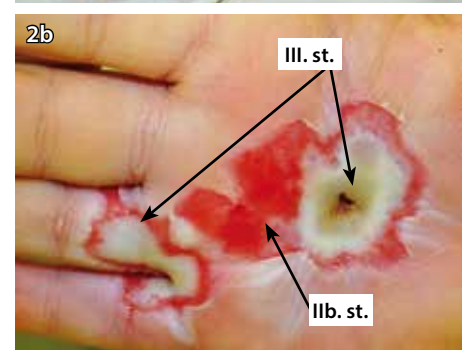
Normálna teplota ľudského tela je 37 °C. **Poškodenie buniek a tkanív** nastáva pri zvýšení ich teploty **nad 45 °C**. Medzi **45 °C a 55 °C** môže ísť o **poškodenie reverzibilné**. **Nad 55 °C** dochádza k denaturácii bielkovín a odumretiu buniek, čo je už **ireverzibilné poškodenie**. Samotný rozsah poškodenia tkanív závisí od množstva tepelnej energie, ktoré sa dostane zo zdroja do tkaniva. **Poškodenie je priamo úmerné teplote zdroja a času jeho pôsobenia**. Napríklad horúca voda teploty 80 °C pri poliatí (obarení) nekrytej časti tela rýchlo stečie a postihnutá časť sa potom už len ochladzuje, čo skráti čas pôsobenia zdroja a popálenina ostane

Obrázok 1a. Príklady povrchových popálenín
I. st.: bolestivé začervenanie bez pľuzgierov
IIa. st.: prasknuté pľuzgierie, spodina rany mokvavá začervenalá**Obrázok 1b.** Povrchové a hlbšie popáleniny
IIa. st.: prasknuté pľuzgierie, spodina rany mokvavá začervenalá
IIb. st.: hore – kryté nekrotickou epidermou, vľavo dole – po odstránení epidermy

povrchová. Pri poliatí krytej časti tela vodou tej istej teploty alebo pri páde do horúcej tekutiny je čas pôsobenia dlhší a popáleniny hlboké (tabuľka 2). **Lokálne zmeny na koži** sa klinicky prejavujú rôznymi stupňami poškodenia tkaniva, počnúc erytémom a edémom ako najľahšími formami poškodenia, cez vznik pľuzgierov, až po najťažšiu formu poškodenia, ktorú predstavuje nekróza tkaniva. Od závažnosti miestnych zmien

Obrázok 2. Popáleniny IIb. – III. st. elektrickým prúdom

2a.: nekróza v dlani pri príchode
2b.: po debridemente epidermy
2c.: po excízii s odkrytím šliach
2d.: po prekrytí xenotransplantátom
2e.: rozsiahla popálenina IIb. – III. st. elektrickým oblúkom



Tabuľka 3. Diferenciálna diagnóza lokálnych zmien pri popáleninách

Stupeň	Hodnotenie	Charakteristika	Vzhľad	Klinické príznaky	Obvyklá príčina
I.	POVRCHOVÉ	Poškodenie povrchových oblastí epidermy.	Za čerstva: erytém, edém, buly nie sú. Neskôr: zhnednutie, olupovanie.	Pálenie až bolesti rôznej intenzity v trvaní niekoľkých hodín, úfava pri aplikácii chladu.	Opálenie slnkom, ošľahnutie plameňom, poliatie nie veľmi horúcou vodou.
IIa.		Poškodenie – nekroza prakticky celej epidermy až po bazálnu membránu.	Epidermálne buly, po ich znesení spodina rany ružová, mäkká, mokvavá, prítomný fenomén výbledu ¹ .	Intenzívne až neznesiteľné bolesti v trvaní viacerých hodín.	Poliatie horúcou vodou, elektrický oblúk.
IIb.	HLBOKÉ	Nekroza celej hrúbky epidermy, nekroza zasahuje aj do rôznej hĺbky dermy, niektoré epidermálne elementy v derme ešte ostávajú zachovalé (niektoré adnexy).	Za čerstva bledé, buly menej výrazné, spodina mramorovitá, fenomén výbledu neprítomný, sekrécia spodiny menšia. Neskôr purpurové až tehlovočervené.	Bolesti menej intenzívne, plochy menej citlivé na dotyk, ostrú bolesť (dotyk ihlou rozpozná ako bolesť).	Výbuch horľaviny, plynu, bez vznietenia šatstva, pád do horúcej tekutiny, obarenie olejom, masťou.
III.		Nekroza celej epidermy aj dermy, zasahuje do rôznych oblastí v podkoží. Žiadne epidermálne elementy sa nezachovali.	Za čerstva voskovobiele (obarenina), prípadne hnedé až čierne, tuhé, kožovité môžu presvitať trombotické cievy.	Iniciálne môžu byť plochy aj nebolestivé, pichnutie ihlou cíti ako dotyk.	Plameň, zahorenie šatstva, elektrický prúd vysokého napätia, kyseliny, lúhy.

¹Fenomén výbledu: na spodinu rany zatlačíme prstom v sterilnej rukavici alebo tupým širším predmetom (napríklad sterilnou špachtľou), chvíľu podržíme a prudko oddialíme. Pri oddialení pozorujeme prechodný výbled s rýchlym návratom pôvodnej ružovej farby. Výbled je pozitívny pri dobre prechodnom dermálnom kapilárnom riečisti a svedčí o povrchovom postihnutí. Pri hlbokom postihnutí sa krv v poškodených kapilárach zráža a výbled po zatlačení nevieme dosiahnuť.

Obrázok 3. Záznam o ošetrovaní popálenín detí

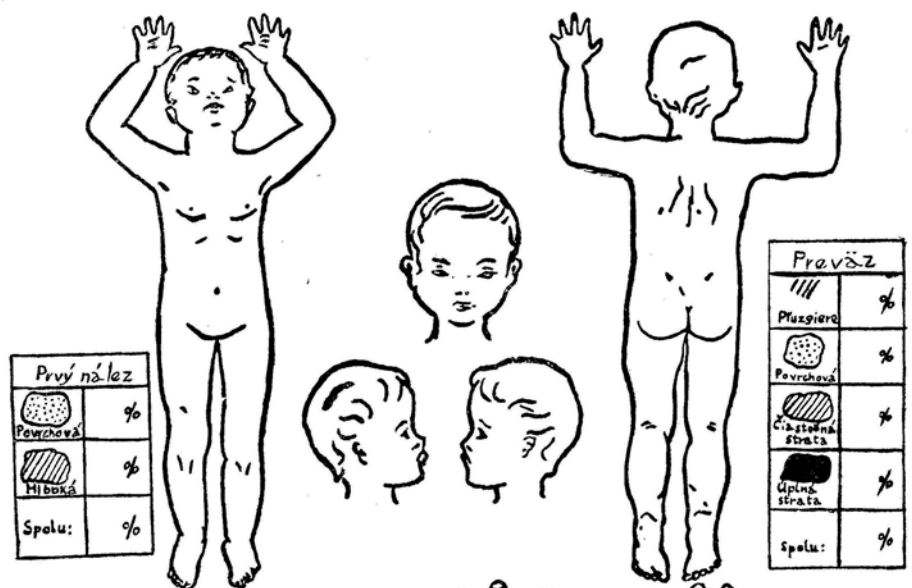
Záznam o ošetrovaní popálenín detí
Vložka do záznamu o zdraví a chorobe

Číslo záznamu: Číslo kresby:

Vyšetrenie vykonané dňa: Vyšetril:

Označenie dátumu:

Meno a priezvisko chorého: Rok narodenia:



Tabuľka podľa Lunda — Browdera

Časť tela	Novoro-	1 rok		5 rokov		10 rokov		15 rokov	
	deniatko	%	%	%	%	%	%	%	%
Hlava	19	17	18	11	11	9			
Krk	2	2	2	2	2	2			
Predná časť trupu	13	13	13	13	13	13			
Zadná časť trupu	18	18	18	18	18	18			
Obe ramená	8	8	8	8	8	8			
Obe predlaktia	6	6	6	6	6	6			
Obe ruky	5	5	5	5	5	5			
Genitálie vonkajšie	1	1	1	1	1	1			
Hyžde	5	5	5	5	5	5			
Obe stehná	11	13	16	17	18				
Obe predkolena	10	10	11	12	13				
Obe nohy	7	7	7	7	7				

sa odvíja aj **klasifikácia popálenín podľa hĺbky postihnutia** (tabuľka 2), ktorá rozoznáva **popáleniny povrchové**, kam zaraďujeme popáleniny I. stupňa a IIa. stupňa (obrázok 1a) a **hlboké**, kam patria popáleniny IIb. stupňa (obrázok 1b) a III. stupňa (obrázok 2a – e). **Povrchové poškodenie** (I. a IIa. st.) **sa hojí** pri správnom ošetrovaní **obvykle do 14 dní** a hojenie býva „ad integrum“ (nezanecháva jazvy). Popáleniny IIb. stupňa (hlboké dermálne, čiastočnej hrúbky kože) sa zvyknú hojiť v čase od 3 týždňov až do 3 mesiacov, prípadne aj dlhšie. Popáleniny III. stupňa (subdermálne, celej hrúbky kože), ak sú menšieho rozsahu, sa dokážu zahojiť v priebehu týždňov až mesiacov epitelizáciou z okolitej zdravej kože. Pri rozsiahlejších postihnutiach je spontánne hojenie nemožné a na zahojenie rany je nutné chirurgické odstránenie nekrotických tkanív a transplantácia kože (4, 8). **Hlboké popáleniny vždy zanechávajú jazvy**. Okrem hĺbky je dôležitý aj **rozsah popálenia**, ktorý sa **udáva v percentách (%) povrchu tela** (4, 8, 12) (obrázok 3). Pri posudzovaní lokálnych zmien po popálení môžu napomôcť diferenciálno-diagnostické kritériá uvedené v tabuľke 3 (11, 12, 13).

Hĺbka a rozsah predstavujú základné kritériá na **posúdenie závažnosti popálenín**.

Celkové zmeny

Rozsiahle poškodenie tkanív a intenzívna bolesť pri popáleninách väčšieho rozsahu spúšťajú **patofyziologické mechanizmy celkovej odozvy** organizmu na popáleninový úraz (4, 13). Spočiatku sa na tom podieľajú neurohumorálne spúšťacie mechanizmy, obdobné ako pri iných ťažkých úrazoch. Na ne nadväzujú humorálne faktory z toxických produktov vznikajúcich v poškodených tkanivách vyplavované do krvného obehu, ktoré vyvolávajú následné reakcie

Tabuľka 4. Popáleninový šok – patofyziológia

Stimuly:
– nervové (<i>bolesť, stres</i>)
– produkty denaturácie bielkovín (<i>burn toxin?</i>)
– mediátory
– mikroorganizmy (<i>translokácia cez stenu čreva, endotoxín</i>)
Odozva:
Nervové impulzy: vazokonstrikcia – vazodilatácia
vzniká nepomer: objem cievneho riečišťa/
cirkulujúci objem
kompenzácia: centralizácia obehu (regionálna
vazokonstrikcia s následnou redistribúciou
prietoku krvi cez jednotlivé orgány)
Humorálne vplyvy: ďalšie vyplavenie
mediátorov: z plazmy
z buniek
Dôsledky:
– generalizovane zvýšená permeabilita
kapilár vedúca ku kontinuálnym stratám
tekutín z krvného riečišťa do interstícia
a poklesu cirkulujúceho objemu
– generalizovaná zápalová reakcia (SIRS)
– depresia myokardu (MDF)
↓ ↓
ŠOK
<i>SIRS = Systemic Inflammatory Response Syndrome</i>
<i>MDF = Myocardial Depressant Factor</i>

v cieľových orgánoch a systémoch. **Vyplavovanie celého radu mediátorov** spôsobuje rozvoj **generalizovanej patologickej permeability steny kapilár**, ktorej následkom je **rýchly, nekontrolovateľný a masívny únik intravaskulárnej tekutiny do interstícia**. Dochádza k významnému **poklesu cirkulujúceho objemu** a rýchlemu rozvoju **popáleninového šoku, ktorý je hypovolemický** (tabuľka 4). Pri rozsiahlych popáleninách môže pokles cirkulujúceho objemu predstavovať až 50 % pôvodného objemu počas prvých 30 minút po úraze. V dôsledku **mohutnej stresovej reakcie** sa do počiatočnej snahy o vyrovnanie poklesu obsahu krvného riečišťa zapájajú **kompenzačné mechanizmy** vedúce k **redistribúcii krvného obehu medzi jednotlivými orgánmi**, čo môže spočiatku zamaskovať niektoré základné klinické príznaky šoku, najmä hypotenziu (8, 13).

Popáleninový šok

Predstavuje komplexný proces dysfunkcií na úrovni cirkulácie a mikrocirkulácie, ktoré sú odpoveďou organizmu na termický úraz (tabuľka 4). Popáleninový šok charakterizuje:

- **Extrémne vystupňovaná poplachová (stresová) reakcia**
- **Generalizovaná patologickej permeability kapilár**
- **Masívne straty tekutín z obehu do interstícia**
- **Redistribúcia krvného obehu medzi orgánmi a systémami**

Tabuľka 5. Hodnotenie závažnosti a klasifikácia detských popálenín

Faktory závažnosti	Klasifikácia popálenín			
	MALÉ	ROZSIAHLE		
	Lahké/Malé	Stredne ťažké	Ťažké	Kritické
Rozsah	Do 7 %	Od 8 – 15 %	Od 16 – 30 %	Nad 30 %
Hĺbka	Hlboké < 2 %	Od 3 – 7 %	Od 8 – 15 %	Nad 15 %
Vek	> 2 r.	> 2 r.	> 2 r.	< 2 r.
Lokalizácia	Nie tvár, ruky, nohy, genitálie	Hlboké nie, tvár, ruky, nohy, genitálie	Hlboké nie tvár, ruky, nohy, genitálie	Hlboké aj tvár, ruky, nohy, genitálie
Príčina	Nie el. prúd, chemické	Nie el. prúd vysoké napätie	Nie el. prúd vysoké napätie	Aj el. prúd vysoké napätie
Pridružené ochorenia	Neprítomné	Neprítomné	Neprítomné	Prítomné
Pridružené poranenia	Neprítomné	Neprítomné	Neprítomné	Prítomné
Liečenie	AMBULANTNÉ	MIESTNA NEMOCNICA	CENTRUM POPÁLENÍN	

Poznámka: Lahké/malé popáleniny sú liečené spravidla ambulantne. Stredne ťažké popáleniny sú liečené v spádovej nemocnici. Ťažké a kritické popáleniny sú liečené v popáleninovom centre. Aj malé a stredne ťažké popáleniny sú indikované na liečenie v popáleninovom centre pri proťahovanej a neúspešnej liečbe a pri výskyte závažných komplikácií.

Obrázok 4. Nárezy nekrotizovaných popálenín III. st. (nekrotómia) na hrudníku

Generalizovaná zápalová reakcia

Uvoľnené mediátory spolu s inými zložkami sa podieľajú na rozvoji generalizovanej zápalovej reakcie. **Prejavmi komplexnej reťaze** zmien pri rozvinutom šoku sú:

- Rýchly masívny pokles intravaskulárneho objemu
- Pokles minútového objemu srdca
- Vzostup systémovej periférnej vaskulárnej rezistencie následkom stresu
- Redistribúcia cirkulujúceho objemu krvi na úkor obličiek, GITu, kože a svalov
- Vzostup pľúcnej vaskulárnej rezistencie

- Ischémia orgánov, hypoxia s metabolickou acidózou
- Následná orgánová dysfunkcia, ktorá môže prejsť do zlyhania

Patologicky zvýšená porucha kapilárnej permeability môže **pretrvávajúť 24 až 72 hodín**. Nakoľko sa zatiaľ porucha permeability kapilár nedá ovplyvniť terapeuticky, masívny únik tekutín cez defektné kapilárne steny sa dá **kompenzovať len rovnako masívnym intravenóznym prívodom tekutín** (substitučnou terapiou) po celý čas jej trvania (11, 13).

Tabuľka 6. Postupy prvotného lekárskeho ošetrovania popálenín

1. Celkové vyšetrenie a starostlivosť o udržanie základných životných funkcií
2. Orientačné zhodnotenie závažnosti popálenín
3. Zaistenie 1 – 2 intravenózných prístupov (ak ešte neboli zaistené)*
4. Pokračovanie v analgosedácii*
5. Započatie alebo pokračovanie v začatej substitučnej terapii šoku: výpočet potreby náhrady tekutín na prvých 24 hodín, ďalšie riadenie substitučnej terapie podľa klinickej odozvy pacienta*
6. Zaistenie dostatočnej ventilácie, oxygenácie* a tepelnej pohody pacienta
7. Odbery krvi a moču na základné laboratórne vyšetrenia*
8. Rozhodnutie o prípadnom transporte na vyššie pracovisko*
9. Prvotné chirurgické ošetrovanie popáleninovej rany a prípadných iných poranení** (pri transporte na vyššie pracovisko v prvom transportnom okne, t. j. do 2 – 4 hodín po úraze nie je nutné)
10. Ďalšie terapeutické postupy podľa závažnosti a dynamiky klinického stavu

* Pri rozsiahlych popáleninách

** V prípade, že nie je možný primárny transport na vyššie pracovisko

Popáleninová choroba (popáleninový syndróm)

Popáleninová choroba (popáleninový syndróm) ako **celková odozva organizmu na popáleninový úraz**: má 3 obdobia: neodkladné, akútne a reštitučné (11, 12):

- I. Obdobie neodkladné (urgentné, šokové):
Začína okamihom úrazu a dominujú príznaky popáleninového šoku. Trvanie je identické s jeho trvaním (24 až 72 hodín). Charakterizuje ho instabilita celkového stavu pacienta s možnosťou bezprostredného ohrozenia základných životných funkcií, a tým aj života. Počas trvania šoku je nutné vykonávať monitorovanie a podporu základných vitálnych funkcií, aplikovať substitučnú terapiu tekutinami, udržiavať analgosedáciu, sledovať celkový stav pacienta a laboratórne parametre.
- II. Obdobie akútne
Začína po zvládnutí šoku a jeho trvanie závisí od toho, ako rýchlo sa podarí dosiahnuť zahojenie, respektíve prekrytie prevažnej väčšiny popáleninovej rany definitívnym kožným krytom. Charakteristické je pretrvávaním príznakov z rozsiahlej otvorenej popáleninovej rany a neustálou hrozbou systémových komplikácií. Pacient si vyžaduje naďalej intenzívnu celkovú starostlivosť s monitorovaním, pravidelné ošetrovanie

Obrázok 7. Popálenina tváre s inhalačným poranením a tracheostómiou



rán, udržiavanie homeostázy a energetickej bilancie. Dôležitá je aj ošetrovateľská starostlivosť – polohovanie, dlahovanie a rehabilitácia v závislosti od stavu dieťaťa. Vykonávajú sa rozsiahle operačné výkony za účelom odstránenia nekrotickej kože a prekrytia excidovaných oblastí dočasnými, prípadne definitívnymi kožnými krytmi. Akútne obdobie môže trvať niekoľko týždňov až mesiacov a končí až vtedy, keď sa podarí popáleninovú ranu zahojiť a/alebo prekryť definitívnym kožným krytom. Potom pacient prechádza do obdobia reštitúcie a rehabilitácie.

- III. Obdobie reštitúcie a rehabilitácie
Detský pacient pokračuje v rehabilitácii a re-alimentácii. Pripravuje sa v spolupráci s rodičmi na prechod do domácej a ambulatnej starostlivosti. Ošetrojú sa zvyškové nezahojené defekty, ošetrojú sa jazvy, prípadne sa vykonávajú menšie zákroky na urýchlenie hojenia defektov.

Základné diagnostické a terapeutické postupy v praxi pediatra

Každý lekár v praxi by mal ovládať základné zásady prvej pomoci, diagnostiky, posúdenia závažnosti a prvotného ošetrovania popálenín. Na základe posúdenia závažnosti by mal vedieť urobiť rozhodnutie, či je možné pacienta ošetriť a ďalej liečiť ambulantne, alebo je nutné ho odoslať na ďalšie ošetrovanie, prípadne na hospitalizáciu do nemocnice.

Prvá pomoc, prvotné ošetrovanie popálenín v ambulancii

Zásady poskytovania **prvej pomoci** sú nasledovné:

Malé popáleniny (tabuľka 5):

- čo najskoršie ochladenie najlepšie čistou pitnou vodou

- odstránenie oblečenia z postihnutej oblasti (až po ochladení!!)
- odhad rozsahu a posúdenie hĺbky popáleniny podľa tabuľka 2 a 3
- prekrytie rany sterilnými rúškami alebo improvizovanými prostriedkami
- pri vzniku pľuzgierov alebo porušení epidermy je nutné posúdenie lekárom a lekárske ošetrovanie rán

Prvé lekárske ošetrovanie v ambulancii

Začína iniciálnou diagnózou závažnosti (tabuľka 5), očistením okolia a rany (toilette), dezinfekciou okolia a rany prostriedkami neobsahujúcimi alkohol. Pokračujeme odstránením *devitalizovaných* zvyškov epidermy, nečistôt a cudzích telies z rany (debridement, obrázok 2b). Nasleduje aplikácia primárneho a sekundárneho krytia rany a aplikácia obvazu. Pri hlbokých popáleninách, ako aj pri povrchových popáleninách inveterovaných, kontaminovaných a značne prvotne znečistených je indikované použitie topickej antibakteriálnej prostriedkov. Celkovo pôsobiace antibiotiká obvykle preventívne nepodávame. Overujeme očkovanie proti tetanu podľa platných usmernení.

Prvá pomoc a zásady ošetrovania rozsiahlych popálenín (tabuľka 6):

- vyslobodenie z ohrozeného priestoru, uhasenie, rýchle lokálne ochladenie, starostlivosť o základné životné funkcie: dýchacie cesty, krvný obeh, dýchanie, oxygenácia
- prvotné posúdenie závažnosti popáleniny
- zaistenie bezpečného i. v. prístupu flexibilnou kanylou, podanie analgetík a následné začatie substitučnej infúznej liečby šoku
- tlmenie bolesti až analgosedácia výhradne intravenózne (16)
- pri podozrení na postihnutie dýchacích ciest (inhalačné poranenie, obrázok 7) je nutná endotracheálna intubácia s následnou umeľou ventiláciou pľúc
- ošetrovanie popáleninovej rany má zaisťiť predovšetkým jej ochranu pred ďalším znečistením, kontamináciou a sekundárnou infekciou. Ranu prekryjeme sterilnými rúškami a pacienta zabalíme do prestieradla alebo deky, aby nedochádzalo k ďalším stratám tepla
- transport vozidlom záchranej služby do najbližšej nemocnice alebo vrtuľníkom leteckej záchranej služby do popáleninového centra

Diagnostika a posúdenie závažnosti detských popálenín

Základnými kritériami na hodnotenie závažnosti popáleniny (tabuľka 5) sú jej **rozsah** a **hĺbka**. Ďalšími kritériami sú vek, lokalizácia popálenín, príčina popálenín, pridružené ochorenia a pridružené poranenia. **Rozsah popálenín** udávame v percentách povrchu tela. Môžeme sa orientovať podľa **veľkosti tieňa ruky pacienta**, čo predstavuje 1 % povrchu tela. Presnejší odhad postihnutého povrchu sa dá urobiť pomocou Lund-Browderovej tabuľky (obrázok 3). **Hĺbku popálenia** hodnotíme podľa tabuľky 2. Pri prvom odhade delíme **popáleniny** na **povrchové** (I. a IIa. stupeň, obrázok 1a) a **hlboké** (IIb. a III. stupeň, obrázok 1b, 2). **Vek pacienta**: rizikovejšie vekové skupiny predstavujú **deti do 2 rokov** a od 3 do 4 rokov. **Lokalizácia popálenín** zvyšuje závažnosť, ak ide o popáleniny na funkčne dôležitých miestach (tvár, ruky, chodidlá, genitálie).

Predchorobie môže zvyšovať závažnosť popálenín, najmä ak pacient trpí niektorými závažnými celkovými ochoreniami. Treba brať do úvahy aj liekové alergie a chronicky užívané medikácie, najmä kortikoidy, imunosupresíva, antikoagulanciá a podobné lieky so závažnými celkovými účinkami. **Pridružené poranenia** sa pri popáleninách tiež môžu vyskytnúť (polytrauma). Pri požiaroch a výbuchoch v uzavretých priestoroch sa môžu poškodiť aj dýchacie cesty, vtedy hovoríme o **inhalačnom poranení**. **Príčina popálenia** – niektoré etiologické faktory ako napríklad elektrický prúd vysokého napätia, ionizujúce žiarenie a niektoré chemikálie môžu výrazne zvyšovať závažnosť popálenín, a preto ich treba brať pri hodnotení závažnosti do úvahy. Lekár pri posudzovaní závažnosti popáleniny musí dospieť k **predbežnému diagnostickému záveru s rozhodnutím** o tom, či ide o tzv. **malú popáleninu**, ktorá neohrozuje život, nevyžaduje prevenciu a liečenie šoku a môže sa liečiť **ambulantne**, alebo ide o **popáleninu rozsiahlu**, ktorá si **vyžaduje hospitalizáciu** na mieste alebo prevoz na vyššie pracovisko.

Rozsiahle popáleniny sa delia na **tri podskupiny**:

- stredne ťažké popáleniny,
- ťažké popáleniny,
- kritické popáleniny.

Stredne ťažké popáleniny je možné hospitalizovať v miestnych a regionálnych nemocniciach. **Ťažké a kritické popáleniny** si **vyžadujú hospitalizáciu v špecializovaných popáleninových centrách**. V SR sú takéto

Obrázok 5. Dočasné prekrytie popálenín IIb. st. xenotransplantátmi



centrá dve: Klinika popálenín a rekonštrukčnej chirurgie v 1. súkromnej nemocnici Košice-Šaca a Klinika popálenín a rekonštrukčnej chirurgie LF UK a UN Bratislava v nemocnici Ružinov. Pred transportom je nutná celková stabilizácia pacienta a liečenie šoku (11).

Zásady substitučnej terapie popáleninového šoku

Termické poškodenie kože vedie u detí do 2 rokov veku k rozvoju popáleninového šoku už od celkového rozsahu popálenín 5 až 7 % povrchu tela, u detí od 2 do 4 rokov je to 7 až 10 % povrchu tela, u starších detí nad 10 % povrchu tela. V súčasnosti jediným spôsobom prevencie a terapie šoku je **tekutinová resuscitácia masívnym intravenóznym prívodom tekutín** cez kanyly s veľkým prievitom (2, 4, 7, 14).

Cieľom tekutinovej resuscitácie je **udržať krvný obeh a homeostázu vnútorného prostredia počas celého obdobia trvania nadmernej patologickej permeability kapilár** (24 až 72 hodín po úraze). Odklad začatia tekutinovej resuscitácie o viac ako 30 minút môže u detí viesť k rozvoju hlbokého šoku s adekvátnymi nepriaznivými následkami vrátane zvýšenej mortality (2).

Výpočet potreby tekutín na prvých 24 hodín

Na orientačný výpočet potreby **tekutín na intravenóznou substitučnú terapiu** slúžia vzorce – formuly. Pediatrické formuly väčšinou vychádzajú z **potreby tekutín vypočítanej podľa povrchu tela**. Povrch tela dieťaťa môžeme vypočítať podľa nomogramov alebo podľa vzorca:

$$\text{povrch tela (v m}^2\text{)} = \frac{4 \times \text{hmotnosť (v kg)} + 7}{\text{hmotnosť (v kg)} + 90}$$

Existuje viacero vzorcov (formúl) na výpočet náhrady tekutín pri tekutinovej resuscitácii detí. V súčasnosti najpoužívanejšie sú nasledovné:

Galvestonská formula kalkuluje potrebu tekutín na prvých 24 hodín nasledovne: 5 000 ml x popálený povrch tela v m² + 2 000 ml x celkový povrch tela v m².

Obrázok 6. Prihosené sietované kožné transplantáty po popáleninách III. st.



Používa izotonický balansovaný kryštaloidný roztok (Ringer-laktát, Hartmannov roztok) s pridaním 12,5 g albumínu na 1 liter roztoku. Substitučná terapia má byť rozložená na prvých 24 hodín tak, aby sa predišlo cirkulačnému preťaženiu. Polovica sa podáva počas prvých 8 hodín, druhá polovica zvyšných 16 hodín.

Cincinnati formula kalkuluje na to isté obdobie nasledovne:

4 ml x kg x % popáleného povrchu tela + 1 500 ml x celkový povrch tela v m².

Podáva sa izotonický kryštaloidný roztok podobne ako Galvestonská formula s pridaním 50 mg NaHCO₃ na 1 l roztoku v prvých 8 hodinách po úraze. V čase 9 – 16 hodín po úraze je podávaný roztok bez pridaného NaHCO₃ a v čase 17 – 24 hodín po úraze s pridaním 12,5 g albumínu na 1 liter roztoku.

Druhých 24 hodín sa kryštaloidnými roztokmi nahrádza len diuréza a podávajú sa aj koloidné roztoky, či už prirodzeného (plazma, albumín), alebo syntetického pôvodu.

Je nutné si pritom uvedomiť, že **všetky výpočty slúžia len ako pomôcka na začatie substitučnej terapie. Skutočnú rýchlosť prívodu tekutín je nutné priebežne prispôsobiť klinickej odozve pacienta** (7, 14).

Postup a poradie jednotlivých úkonov prvotného ošetrovania rozsiahlych detských popálenín sú názorne zhrnuté v tabuľke 6.

Tekutinová resuscitácia detských popálenín má významný vplyv na morbiditu a mortalitu pacientov. Správne načasovanie a riadenie tekutinovej resuscitácie dokáže signifikantne redukovať výskyt multiorgánového zlyhania s následnými komplikáciami, ako aj úmrtnosť ťažko popálených detí. Incidencia sepsy, renálneho poškodenia, srdcového zlyhania a celková mortalita boli signifikantne vyššie u detí s tekutinovou resuscitáciou započatou viac ako po 2 hodinách od úrazu oproti deťom s tekutinovou

resuscitáciou začatou do 2 hodín (2). Na druhej strane, **deťom nesmieme podať viac tekutín intravenózne, ako skutočne potrebujú**, lebo majú podstatne vyšší sklon k tvorbe edémov ako dospelí. Na to predisponuje aj generalizovaná porucha kapilárnej permeability pri popálení novom šoku, čo môže viesť k nebezpečnému edému mozgu, pľúc alebo abdominálnemu kompartmentovému syndrómu. Včasná a správne vedená tekutinová resuscitácia (substitučná terapia) a rozhodnutie o ďalšom postupe je preto najdôležitejším faktorom v prevencii závažných komplikácií, prípadne aj zbytočných úmrtí pri detských popáleninových úrazoch.

Ďalšie terapeutické postupy

Zásady následnej celkovej a lokálnej liečby rozsiahlych popálenín detí zahŕňajú kontinuálny monitoring (2, 14), intenzívnu starostlivosť za účelom udržania bilancie tekutín, podpory a udržania vitálnych funkcií, manažment bolesti (16, 17), nutričnú a metabolickú podporu (3, 8, 9), prevenciu a liečbu systémových komplikácií (7), chirurgické výkony pri hlbokých popáleninách za účelom odstránenia nekrotických tkanív a prekrytia rany dočasnými (obrázok 5) a trvalými kožnými náhradami (10) (obrázok 6), psychologickú podporu a rehabilitáciu (1, 5, 13, 15). Po zahojení rán je nutná následná starostlivosť o rozsiahle jazvy, rehabilitácia, prevencia hypertrofických jaziev a kontraktúr. Často sú potrebné aj následné rekonštrukčné operačné výkony. Takúto komplexnú starostlivosť je možné poskytnúť len v špecializovaných popáleninových centrách.

Záver

Poznanie najčastejších príčin detských popáleninových úrazov, zásad prvej pomoci, diagnostiky a prvotného manažmentu detských popálenín by mal ovládať každý pediater v praxi, aby mohol kvalifikovane posúdiť a rozhodnúť, či u postihnutých postačí prvotné ošetrovanie s následnou ambulantnou liečbou, alebo bude nutné dieťa urgentne odoslať na hospitalizáciu a na ďalšie liečenie do príslušného miestneho alebo špecializovaného zdravotníckeho zariadenia. **Správny prvotný manažment má najmä pri rozsiahlych popáleninách kľúčovú úlohu pri prevencii závažných komplikácií**, ktoré nezriedka dokážu ohroziť životy postihnutých. Ďalšie potrebné špecializované a náročné liečebné postupy je možné úspešne realizovať len na špecializovaných pracoviskách.

Veľmi dôležitá je aj **účinná prevencia** takýchto úrazov podľa jednotlivých vekových skupín detskej populácie.

Literatúra

1. Atiyeh BS, Hayek SN, Gunn SW. New technologies for burn wound closure and healing – Review of the literature. *Burns*. 2005;31:944–956.
2. Barrow RE, Jeschke MG, Herndon DN. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. *Resuscitation*. 2000;45:91–96.
3. Briassoulis G, Venkataraman S, Thompson AE. Energy expenditure in critically ill children. *Critical Care Medicine*. 2000;28:1166–72.
4. Brychta P. European practice guidelines for burn care: minimum level of burn care provision in Europe. In: Jeschke MG. (ed.). *Handbook of Burns*. Vol. 1. Wien NewYork: Springer; 2012: 97–102.
5. Burke JF, Yannas IV, Quinby WC Jr, et al. Successful use of a physiologically acceptable artificial skin in the treatment of extensive burn injury. *Ann.Surg.* 1981;194:413–428.

6. Carvajal HF. Acute Care. In: Carvajal HF, Parks DH. *Burns in children, Pediatric Burn Management*. Year Book Medical Publishers, INC.; 1988:49–99.
7. Childs C, Renshaw A, Dunn KW, Davenport PJ. The Acute febrile Response to Burn Injury in Children may be modified by the Type of Intravenous Fluid during Resuscitation – Observation using Fresh Frozen Plasma or Hartmann's Solution. *Burns*. 2001;27:386–8.
8. Gauglitz GG, Jeschke MG. Acute treatment of severely burned pediatric patients. In: Jeschke MG. (ed.). *Handbook of Burns*. Vol. 1. Wien NewYork: Springer; 2012: 241–257.
9. Koller J, Kvaltění K. Early enteral nutrition in severe burns. *Acta Chir. Plast. (Prague)*. 1994;36:57–60.
10. Koller J, Orság M, Ondriašová E, Gräffinger I, Bukovčan P. Analysis of 1 119 Burn Injuries Treated at The Bratislava Burn Departement During a Five-Year Period. *Acta Chirurgiae Plasticae*. 1994;36:67–70.
11. Koller J. *Popáleniny*. Vysokoškolská učebnica. Bratislava, Slovakia: Univerzita Komenského; 2010.
12. Koller J. *Praktické návody pre diagnostiku a liečenie popálenín* [online]. 1. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského; 2013. ISBN 978-80-223-3391-7. Available from: <URL:http://www.fmed.uniba.sk/fileadmin/user_upload/editors/akademicka_kniznica/dokumenty_PDF/Elektronicke_knihy_LF/PRAKTICKE_NAVODY_PRE_DIAGNOSTIKU_A_LIECENIE_POPALENIN.pdf>.
13. Köningová R, Bláha J. *Komplexní léčba popáleninového traumatu*. Praha: Karolinum; 2010: 430.
14. Lee JO, Norbury WB, Herndon DN. Special Considerations of Age: The Pediatric Burned Patient. In: Herndon DN. (ed.). *Total Burn Care*. 4th ed. Elsevier Saunders 2012: 405–414.
15. Marinov Z, Kvaltění K, Koller J. Fluid Resuscitation in Thermally Injured Pediatric Patients. *Acta chirurgiae plasticae*. 1997;39:28–32.
16. Pruitt BA. The Evolutionary Development of Biologic Dressings and Skin Substitutes. *Journal of Burn Care & Rehabilitation*. 1997;18:S2–S5.
17. Stoddard FJ, Sheridan RL, Saxe GN, King BS, Chedekel DS, Schnitzer JJ, Martyn AJ. Treatment of Pain in Acutely Burned Children. *J. Burn Care and Rehabilitation*. 2002;23:135–156.

Doc. MUDr. Ján Koller, CSC.

Klinika popálenín a rekonštrukčnej chirurgie LF UK a UNB
Nemocnica Ružinov
Ružinovská 6, 826 06 Bratislava
koller@ru.unb.sk