

Následky rozsáhlého termického úrazu u dětí

MUDr. Robert Zajíček¹, MUDr. Jiří Kripner¹, Mgr. Miloš Mauer², MUDr. Richard Kubok¹, MUDr. Ludomír Brož¹

¹Klinika popáleninové medicíny FNKV a 3. LF UK, Praha

²Ústav etiky 3. LF UK, Praha

Popáleniny patří k nejzávažnějším úrazům v dětském věku. Jedná se o úraz bolestivý, léčení je dlouhodobé a popáleninové trauma zanechává často trvalé následky. Autoři se ve článku zabývají následky somatickými ve smyslu jizevnatých změn, psychického dopadu úrazu a jeho dlouhodobým vlivem na organismus dítěte.

Klíčová slova: hypertrofická jizva, keloidní jizva, jizevnatá kontraktura, hypermetabolismus, reintegrace.

Result of thermal injury in pediatric burns

Burns have long been recognized as one of the most painful and devastating injuries a child can sustain and survive. Burns often leave victims with lifelong sequels. The authors of this article deal with the permanent consequences: cutaneous scarring, psychic dearrangements and long-term impact to organism of child.

Key words: hypertrophic scar, keloid scar, scar contracture, hypermetabolism, reintegration.

Pediatr. pro Praxi 2010; 11(1): 29–32

Úvod

Popáleninové trauma v dětském věku představuje devastující zranění. Od ostatních úrazových stavů se popáleniny odlišují extrémní bolestivostí, dlouhodobou léčbou a trvalými následky, často celoživotními.

Průběh závažného popáleninového úrazu má tři období. Období neodkladné začíná v okamžiku úrazu s rozvinutím popáleninového šoku a formací generalizovaného edému. Toto období plynule přechází do období akutního, spojeného s náročnou chirurgickou péčí, vedoucí k úplnému zahojení postiženého kožního krytu. Po propuštění z nemocnice začíná období rekonstrukční a rehabilitační (1). Dítě je v domácím prostředí, probíhá každodenní, často i celoživotní rehabilitace často spojená s opakovanými rekonstrukčními chirurgickými výkony. Děti se závažnými popáleninami jsou i po zahojení dlouhodobě dispenzarizovány v popáleninových centrech. Rehabilitace je vedena mezioborovým týmem v úzké spolupráci s rodinou.

V článku bychom se rádi věnovali změnám, které úraz zanechává na dítěti v období po propuštění z nemocničního zařízení. Následky popálenin můžeme didakticky rozdělit na fyzické a psychické. Fyzické následky pak dělíme na změny na kožním krytu – jizvy a následky na organismu dítěte (2).

Jizvy

Patofyziologie hojení popálené rány

Během prvních 6 dnů od úrazu dochází v ráně k rozvoji zánětlivé lokální odpovědi

s aktivací celého spektra lokálních mediátorů.

Je-li u povrchové ztráty kožního krytu (*popálení II. A stupně* – superficial burn) prostředí rány optimalizováno adekvátním náhradním krytem – rána chráněna před vysycháním, infekcí a dalšími faktory zevního prostředí, dochází v ráně k rychlé epitelální regeneraci. Obnažené dermální elementy jsou v intervalu do dvou týdnů kryty novým, plnohodnotným epitelálním krytem. Hyperplazie dermálních fibroblastů regreduje s minimálními depozity kolagenu. Rána zůstává vláčná, časem dochází k regresí pigmentových změn.

U *popálení II. B stupně* – hluboké dermální ztráty kožního krytu (deep dermal burn) s délkou hojení přesahující tři týdny dochází k výrazné zánětlivé odpovědi v lůžku rány, vedoucí k nárůstu fibroblastů, produkujících extenzivní množství depozit kolagenu a extracelulární matrix. Vytváří se jizevnatá tkáň.

V případě *popálení III. stupně* je nutné chirurgické řešení – snesení nekrotické tkáně – nekrektomie a náhrada ztráty kožním štěpem – autotransplantace.

Tvorba jizevnatého hojení rány je závislá na době reepitelizace.

Vztah jizevnatého hojení po popálení k době reepitelizace (3)

1. hojení do 2 týdnů – minimální tvorba jizev
2. hojení do 3 týdnů – minimální tvorba jizev s výjimkou rizikových skupin (tmavá kůže u Afroameričanů a Hispánců)
3. hojení delší než 3 týdny – jizevnaté hojení (hypertrofické jizvení u více než 50 % pacientů)

Typy jizev

Hojení *hypertrofickou jizvou* je aberací normálního hojení rány. Na rozdíl od ploché jizvy má hypertrofická jizva jiné histologické složení (např. rozložení kolagenu, přítomnost fibronektinu atd.) a zvýšenou vaskularitu. Hypertrofická jizva je zarudlá, tuhá, elevovaná nad nivo, často bolestivá a svědicí, ale nikdy nepřerůstající okraje původní léze. Je zajímavé, že se hypertrofické jizvy vytváří jen u lidí, a proto je obtížná studie její patogeneze na zvířecím modelu. Etiologie a patofyziologie tvorby hypertrofických jizev není stále ještě přesně objasněna.

Hypertrofické jizvení je kombinací histologických, biochemických a celulárních změn. Základní úlohu nejspíš hraje snížená regulace a nadprodukce TGF beta (transformující růstový faktor beta) – potenční cíl léčebné strategie (4). Hypertrofické jizvy vznikají u hlubokých dermálních popálenin (II. B stupně) a hlubokých poranění ponechaných k hojení per sekundam a jsou častěji spojovány s tvorbou jizevnatých kontraktur.

Jizevnatá kontraktura je definována jako trvalé zkrácení jizevnaté tkáně vedoucí k deformitě s omezením normálního rozsahu pohyblivosti. Vytváření kontraktur a tvorba hypertrofického hojení vrcholí 3–6 měsíců po úrazu a při adekvátní rehabilitaci dochází k *vyzrání jizvy* (oploštění, regresí barevných změn, zvláštění, zlepšení elasticity) v intervalu 12–18 měsíců po úrazu. Hypertrofie jizev u excidovaných a transplantovaných ploch není tak častá jako u spontánně zhojených ploch a je závislá na chirurgickém přístupu (rychlos-

ti uzávěru, metodě, infekci...), lokalizaci rány a etnicitě pacienta.

Hypertrofické jizvení musí ale být odlišováno od **keloidní jizvy**. V obou případech se jedná o abnormalitu v normální hojení rány s excesivními depozity kolagenu. Keloidní jizva je výrazně prominující, zarudlá, tmavší barvy, tuhá s viditelnými uzly kolagenních depozit. Pacienta obtěžuje svěděním a mohou se vyskytnout nepříjemné pálivé pocity. Základní vlastností keloidní jizvy je schopnost přerůstat okraje původní léze.

Základní rozdíly mezi keloidní a hypertrofickou jizvou

Keloidní jizva:

1. přerůstá okraje původní léze
2. nejčastější lokalizace je sternum, brada, ušní lalůčky, ramena a paže
3. roste roky a zůstává elevována nad okolní tkáň
4. objevuje se nejčastěji v intervalu tři měsíce a déle od úrazu
5. je častější u osob s tmavou pletí (15–20násobně vyšší riziko v porovnání se světlou pletí)
6. má vysokou tendenci k recidivě nezávislé na léčebné strategii
7. nereaguje na tlakovou léčbu

Hypertrofická jizva:

1. nepřerůstá okraj původní léze
2. nemá predispoziční místa, ale častěji se objevuje na extenzorové části ohybových zón
3. časem se oplošťuje
4. začíná se objevovat do měsíce od úrazu
5. je méně asociována s barvou pleti
6. nižší pravděpodobnost recidivy
7. lépe reaguje na tlakovou léčbu

Léčebné možnosti

V rehabilitaci jizevnatých změn je důležité dodržení několika základních strategických principů:

Obrázek 1. Dítě s keloidní jizvou na rameni



1. rehabilitaci je nutné zahájit co nejdříve, jakmile to zdravotní stav pacienta umožní
2. provádět rehabilitaci pravidelně a dlouhodobě
3. zapojit do léčebné rehabilitace rodinné příslušníky
4. kombinovat jednotlivé dostupné léčebné postupy
5. individualizace léčby
6. pravidelné kontroly na specializovaném pracovišti

Léčebné přístupy k následné péči:

- a) chirurgické
- b) biofyzikální
- c) farmakologické

Chirurgické postupy

K chirurgickým postupům patří **excize** jizev, používání **laserů** a **kryoterapie**.

Prostá **excize** má vysoké procento recidivy, je omezená na malé jizvy a je nutné ji kombinovat s dalšími „tension-releasing“ technikami.

Používání laserů: CO₂ a argonový laser mají na zrání jizev minimální vliv, novější laserové techniky, jako je PDL (pulsed dye laser), dlouhodobě zlepšují vyzrávání hypertrofických jizev (snižuje objem jizvy, upravuje texturu, zvyšuje elasticitu, redukuje edém a svědivost). Paprsek PDL laseru však penetruje jen do omezené hloubky a u jizev silnějších než 1 cm ztrácí jeho užití význam, je proto nutné využít jeho synergického efektu s ostatními technikami (5).

Kryoterapie: výsledky jsou srovnatelné s laserovou léčbou (pozitivní efekt u 50–70% pacientů). Její použití je vyhrazeno zkušeným odborníkům.

Biofyzikální postupy

K biofyzikálním metodám patří využití **tlaku**, **biostimulačního efektu světelné energie** a **silikonové gely**.

Nejrozšířenější biofyzikální léčebnou strategií je aplikace **tlaku** na jizvu. Mechanismus účinku vyššího tlaku na jizvu je neznámý, dle

Obrázek 2. Hypertrofické jizvy 3 měsíce po spontánně zahojené ploše II. B st.



posledních výzkumů je nejspíše zprostředkováno vzestupem teploty v jizevnaté tkáni. Zvýšení teploty v jizvě o 1 °C vede ke změně prokrvení jizvy, redukuje tvorbu depozit chondroitinsulfátů a zvyšuje kolagenolýzu v jizvě, redukuje edém. V praxi se používají na míru ušité elastické návleky. S jejich používáním začínáme co nejdříve po zahojení rány. Čím více hodin denně dítě návleky používá a toleruje, tím rychlejší je zrání jizev. Používání elastických návleků je nutné v průběhu celého období maturace jizvy. U dětských pacientů je nutné elastické návleky upravovat ve vztahu k růstu dítěte. U anatomicky komplikovaných partií (např. plocha nad sternem) vsíváme do elastických návleků „inserty“, které lépe kopírují nerovnosti povrchu kůže a zvyšují tlak.

Tlakové masáže jsou rozšířenou metodou. Slouží k expresi hlubokého poúrazového otoku a zvyšují teplotu v jizvě. Tlaková masáž je technicky jednoduchá, ale časově náročná a může ji provádět rodinný příslušník dítěte. Je nutné ji kombinovat s protahováním a dalšími metodami. Prakticky se provádí tlaková masáž tak, že špičkou prstu stlačujeme určené místo po dobu cca 30 sekund, postupně se posouváme od perifernější části jizvy směrem k srdci. Výhodné je promazávat jizvy během masáže adekvátním krémem. V naší praxi používáme krémy s vysokým obsahem vody (nad 50%), jako je třeba Indulona DEZ nebo Indulona měsíčkovaná, které výborně pronikají do hloubky jizvy. Používání vepřového sádla je vzhledem k nízké schopnosti průniku do hlubokých částí jizvy a vysokému alergickému potenciálu nevhodné. Strečink je osvědčená metoda vedoucí k protahování jizevnatých pruhů a vhodně doplňuje tlakové masáže.

Jednoznačně pozitivní účinek lineárního polarizovaného polychromatického světla – tzv. **biolampy** na vyzrávání jizev po popálení nebyl dosud na dostatečně velkých souborech pacientů jednoznačně prokázán.

Silikonové gelové pláty. Dlouhodobé, každodenní používání silikonových plátů (obzvláště

Obrázek 3. Na míru ušité elastické rukavičky v kombinaci s dlahou do I. meziprstí



v kombinaci s tlakovou terapií) prokázalo na velkých souborech dětských pacientů signifikantní zlepšení vyžrávání jizev. Efekt silikonu je zprostředkován dvěma mechanismy: 1. náhrada insuficientní rohové vrstvy silikonem umožňuje lepší hydrataci hlubokých částí jizvy. 2. poslední studie potvrzují, že kontakt silikonu s epidermální vrstvou jizvy vede k downregulaci syntézy kolagenu v jizvě. U některých dětí však dochází v okolí jizvy k vytvoření přechodné ekzematizace, která může vést až k úplnému vyloučení silikonů v terapii.

Dlahování se provádí ve všech fázích popáleninového úrazu a jeho smyslem je prevence rozvoje jizevnaté kontraktury. Dlahy se dělají na míru dítěte, doba používání je závislá na lokálním nálezu. V případě popálenin obličeje se používají na míru vyrobené průhledné obličejové masky, které přesně kopírují tvar jizev, čímž docílíme ideálního tlaku v anatomicky komplikovaných partiích obličeje. Problémem je špatná tolerance masky dětmi.

U jizev na přední straně krku úspěšně používáme tzv. Watussiho límec, který neomezuje pohyby hlavy do stran, jako tomu je u pevné termoplastové dlahy, a zároveň účinně zabráňuje zkracování jizev přední strany krku.

Farmakologické postupy

K farmakologickým možnostem ovlivnění zrání jizev patří podávání **antihistaminik**, která zmírňují doprovodný pruritus a zároveň redukuje na histaminu závislou tkáňovou proliferaci v jizvě.

Kortikoidy jsou sice jedním z hlavních inhibitorů syntézy proteinů v jizvě, jejich intralesionální podávání u dětí je však extrémně bolestivé, může dojít k systémové absorpci a jejich lokální nežádoucí účinek může být atrofizace epitelu vedoucí k otevřeně ráně.

Slibné výsledky ukazují podávání **interferonu**, ale jeho masivnímu rozšíření v léčbě zatím brání nedostatek klinických dat a vysoká cena preparátu.

Dlouhodobé ovlivnění dětského organismu těžkým popáleninovým úrazem

Rozsáhlé popáleninové trauma je spojeno s dlouhodobými negativními následky na dětském organismu. V důsledku popáleninového úrazu dochází mimo jiné k rozvoji hypermetabolismu, jehož závažnost a délka trvání je v porovnání s jinými úrazy a dalšími zátěžovými stavy unikátní.

Zahraniční práce ukazují, že hypermetabolismus přetrvává dvanáct měsíců i déle po úpl-

ném zhojení popálených ploch. Dalšími doklady dlouhodobého ovlivnění organismu jsou např. poznatky o změnách genomu bílých krvinek navozených popáleninovým úrazem, které přetrvávají až rok po zhojení, nebo přetrvávání inzulinorezistence u dětí až 3 roky po popáleninovém úrazu (6, 7, 8).

Protrahovaný hypermetabolismus významně ovlivňuje zdravotní stav dětí, které přežily rozsáhlý popáleninový úraz (7). Klinickými projevy jsou zejména poruchy růstu, retardovaný přírůstek svalové hmoty, úbytek kostní matrix vedoucí k osteopenii a osteoporóze (9). Děti mají v poúrazovém období obtíže s aerobním cvičením v rámci náročné rehabilitace.

Řada prací z USA od výzkumné skupiny z Galvestonu se v posledních letech intenzivně zabývá možnostmi farmakologického ovlivnění hypermetabolismu jak v období akutním, tak i v období rehabilitačním. Pozornost je zejména zaměřována na využití účinků rekombinantního růstového hormonu (RH), inzulínu, IGF-1 (insulin like růstový faktor -1), propranololu, clenbuterolu a oxandrolonu (10).

Výsledky prací zabývajících se ovlivněním přetrvávajícího hypermetabolismu a jeho následků například dlouhodobým podáváním RH a oxandrolonu u dětí po překonání těžkého popáleninového úrazu jsou pozitivní.

Ve studii Przkory, a kol. po podávání růstového hormonu dětem po popálení nad 40% tělesného povrchu v dávce 0,05 mg/kg po dobu 12 měsíců od propuštění a jejich následného sledování v dalších 12 měsících po vysazení RH došlo k signifikantnímu zlepšení růstu, hmotnosti, nárůstu netukové tělesné hmoty, mineralizace kostí, srdeční funkce a svalové síly. Počet rekonstrukčních operací byl také signifikantně nižší. Nebyly pozorovány vedlejší účinky RH (11). Podobné a podrobnější výsledky vykazuje i rozsáhlá prospektivní randomizovaná studie účinku dlouhodobého podávání růstového hormonu v různé dávce, kterou provedl Branski, a kol. (12).

Také při dlouhodobé léčbě oxandrolonem dochází k zmírnění negativních důsledků hypermetabolismu na svalstvo a kosti, jak např. ukázala studie Murphyho, a kol. V průběhu 12 měsíců podávání oxandrolonu v dávce 0,1 mg/kg došlo k signifikantnímu zvýšení LBM (lean body mass), BMC (bone mineral content) a také BMD (bone mineral density) byla signifikantně zlepšena. Jaterní transaminázy nebyly ovlivněny (13). Nárůstu svalové hmoty a zvýšení svalové síly může být dosaženo podáváním oxandrolonu v kombinaci se cvičením a tím lze zlepšit rehabilitaci (14).

Obrázek 4. Tlaková masáž jizev po transplantaci spojená s protažením jizvy



Obrázek 5. Průhledná termoplastová maska u dítěte s jizvami na obličeji



Obrázek 6. Watussiho límec u dítěte s jizevnatou kontrakturou krku



Farmakologická modulace přetrvávajícího hypermetabolizmu příznivě ovlivňuje rehabilitační fázi popáleninového úrazu a může tak urychlit reintegraci dítěte do společnosti.

Psychologické následky popáleninového úrazu na dítě a rodinu

Popáleninové zranění má velmi negativní vliv na psychiku dítěte z mnoha důvodů, ať je to již pro traumatický průběh samotného zranění, náročnost hospitalizace, po propuštění jsou to pak následky úrazu, přetrvávající mnohdy celý život. Specifika popáleninového úrazu spočívají v tom, že si jej pacienti často pamatují, tj. neztrácí při něm vědomí, popáleninová léčba je extrémně náročná, dlouhodobá, její součástí je mnoho operačních výkonů v celkové anestezii, je spojená s bolestí a zvýšeným tělesným diskomfortem. Zejména malé děti těžce snášejí omezení pohybu, které je s léčbou popálenin spojené. Specifické jsou také následky úrazu, které představují drastickou změnu tělesného schématu pacienta a jeho vzhledu. Je známé, že veřejnost hůře snáší a často negativně reaguje na popálené pacienty, oproti pacientům s jiným zraněním (nevidomý, nepohyblivý pacient atd.), zvláště jsou-li postiženy esteticky citlivé části těla jako obličej, ruce, popř. hrudník u dívek. Popálené děti se často setkávají s negativní reakcí spolužáků ve škole, spolupráce se školou je proto v těchto případech velmi důležitá. Často až po ukončení hospitalizace se ukazuje, jakým způsobem dítě a jeho rodina následky popáleninového úrazu zvládají, v dalších měsících a letech se může projevit posttraumatická stresová porucha či porucha přizpůsobení. K těmto potížím nedochází vždy, záleží na mnoha faktorech: zda dítě mělo dostatečnou psychickou podporu během léčby, zda je jeho rodinný systém funkční a stabilní, záleží také na osobnosti dítěte. Pokud však tyto potíže propuknou (mohou propuknout i u naprosto psychicky zdravých dětí), mohou se projevat např. úzkostmi, opakujícími se vzpomínkami na prožitý úraz (např. ve snech), objevuje se snaha vyhýbat se okolí a vztahům s blízkými, ztráta zájmu o věci, které dítě dříve zajímaly, potíže

s přijutím svého těla, u jiných dětí je to však spíše zvýšení hyperaktivního, agresivního chování. Psychické potíže se mohou někdy projevit až po delší době a maskovaně, často např. jako obtíže s učením nebo chováním ve škole, komunikaci s rodiči, typické jsou psychosomatické obtíže. Krizové období nastává často v pubertě, kdy je tělesný vzhled a vyjadřování sexuality pro dospívajícího klíčové, zde jsou časté poruchy chování. Souvislost těchto obtíží s původním úrazem dítěte je často nerozpoznána, pro dítě i jeho rodinu jsou často psychologické následky úrazu zejména neuvědomované, čímž se jejich léčba ztěžuje. Zraněním člověka bývá často zasažen celý „systém“, ve kterém žije, což je zejména rodina. Problémy s adaptací se mohou projevovat v konfliktech mezi členy rodiny, zdánlivě nesouvisle s daným zraněním, mohou se také objevit staré zasuté konflikty v rodině, které až po zranění pacienta znovu vyplují na povrch. U rodičů popáleného dítěte je konstantním prvkem v prožívání pocit viny (kromě některých asociálních rodičů), což má negativní vliv na další psychologický vývoj dítěte. Pocity viny se u rodičů mohou transformovat např. do hyperprotektivní výchovy nebo naopak odmítání dítěte. Zvýšený zájem o dítě může narušit vzájemné vztahy v rodině, kdy jsou často ostatní děti nebo jeden z partnerů „odsunutí stranou“. Z výše zmíněných důvodů probíhá psychologická podpora dítěte během celé hospitalizace a v následujících letech, spolupráce je vždy s celou rodinou a často také se školou pacienta.

Závěr

Následky rozsáhlého popáleninového úrazu na dítě zdaleka přesahují délku pobytu v nemocnici. Nepopíratelné úspěchy popáleninové medicíny v léčbě termicky poraněných dětí nelze hodnotit jen krátkodobými parametry, jako je mortalita, počet dnů na jednotce intenzivní péče, délka hospitalizace atd.

Popáleninový úraz s sebou přináší trvalé následky, a to nejen na poraněné kůži, alterovaném dětském organismu, ale i na křehké dětské psychice.

Péče o popálené děti nekončí úplným zahojením popálených ploch. Ideálním cílem našeho snažení je, aby se dítě po těžkém úrazu s minimálními následky úspěšně reintegrovalo do přirozeného prostředí rodiny, kolektivu a školy.

Literatura

1. Klein GL, Herndon DN, Langman CB, et al. Long-term reduction in bone mass after severe burn injury in children. *Journal of Pediatrics* 1995; 126(2): 252–256.
2. Bláha J. Rehabilitace u popáleninového traumatu. *Postgraduální medicína* 2006; 8(5): 487–497.
3. Převzato z www.burnsurgery.com (II. Cutaneous wound healing process, IX. burn scar and complications).
4. Herndon DN, et al. *Total Burn Care*. Third Edition, Saunders Elsevier, 2007: 578–620.
5. Donelan M. Pulsed Laser Therapy and Z-Plasty for Fascial Burn Scars. *Annals of Plastic Surgery* 2008; 60(5): 480–486.
6. Cree MG, Fram RY, Barr D, et al. Insulin resistance, secretion and breakdown are increased 9 months following severe burn injury. *Burns* 2009; 35(1): 63–69.
7. Gauglitz GG, Herndon DN, Jeschke MG. Emergency Treatment of Severely Burned Pediatric Patients: Current Therapeutic Strategies. *Pediatr Health*. 2008; 2(6): 761–775.
8. Gauglitz GG, Herndon DN, Kulp GA, et al. Abnormal Insulin Sensitivity Persists up to Three Years in Pediatric Patients Post-Burn. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2009; 94(5): 1656–1664. Epub 2009 Feb 24.
9. Königová R. *Rozsáhlé popáleninové trauma*. Praha: Avicenum 1990.
10. Sheridan RL, Tompkins RG. What's new in burns and metabolism. *J Am Coll Surg*. 2004; 198(2): 243–263.
11. Przkora R, Herndon DN, Suman OE, et al. Beneficial effects of extended growth hormone treatment after hospital discharge in pediatric burn patients. *Ann Surg*. 2006; 243(6): 796–801; discussion 801–803.
12. Branski LK, Herndon DN, Barrow RE, et al. Randomized Controlled Trial to Determine the Efficacy of Long-Term Growth Hormone Treatment in Severely Burned Children. *Ann Surg*. 2009 Sep 2. [Epub ahead of print].
13. Murphy KD, Thomas S, Mlcak RP, et al. Effects of long-term oxandrolone administration in severely burned children. *Surgery* 2004; 136(2): 219–224.
14. Przkora R, Herndon DN, Suman OE. The effects of oxandrolone and exercise on muscle mass and function in children with severe burns. *Pediatrics* 2007; 119(1): e109–116. Epub 2006 Nov 27.

MUDr. Robert Zajíček

Klinika popáleninové medicíny FNKV
Šrobárova 50, 100 34 Praha 10
zajicekrobert@seznam.cz

