

Popáleninový úraz u dětí

Brož L., Kripner J.
IPVZ, Subkatedra popáleninové medicíny

Definice popáleninového úrazu

Popáleninový úraz vzniká dostatečně dlouhým, přímým nebo nepřímým působením nadprahové hodnoty tepelné energie na lidský organismus. Dochází k částečné či úplné destrukci kůže (sliznice), event. hlubších tkání.

Popáleninový úraz u dětí

- patofyziologie popáleninového úrazu je stejná jako u dospělých
- v závislosti na rozsahu dochází k **zánětlivé reakci místní** nebo **celkové (SIRS)** neinfekční povahy v důsledku tkáňového poškození s rozvojem popáleninového **šoku** a tvorbě **popáleninového edému**
- vystupňovaná aktivace systémového zánětu a dysregulace komplexních dějů prozánětlivých a protizánětlivých může následně vést k autodestruktivnímu poškození dalších orgánů s obrazem **MODS** až **MOFS**

Rozdíly mezi dětmi a dospělými z pohledu popáleninového úrazu

- tělesná velikost a větší tělesný povrch ve vztahu k hmotnosti
- větší procento tělesné vody ve vztahu k hmotnosti a nižší tolerance na rychlé změny tělesných tekutin
- proporcionálně větší ztráty tekutin než u dospělých s podobným postižením
- snížená tolerance k hypotermii
- zvýšený metabolismus, různý imunologický profil
- kůže dětí je citlivější a méně odolná na teplo, schopnost hojení je větší

Faktory závažnosti popáleninového úrazu

- mechanismus úrazu
- rozsah
- věk
- hloubka
- lokalizace
- anamnéza

Diagnostika inhalačního traumatu

- výbuchy a hoření v uzavřeném prostoru s možností inhalace toxických zplodin hoření
- inhalace vodních par
- popálení obličeje
- zarudnutí a otok sliznic
- přítomnost sazí na sliznicích a ve sputu
- kašel, dysfonie, stridor
- alterace vědomí
- vyšetření na karboxyhemoglobin
- RTG plic, bronchoskopie

Rozsah popálené plochy a věk dítěte

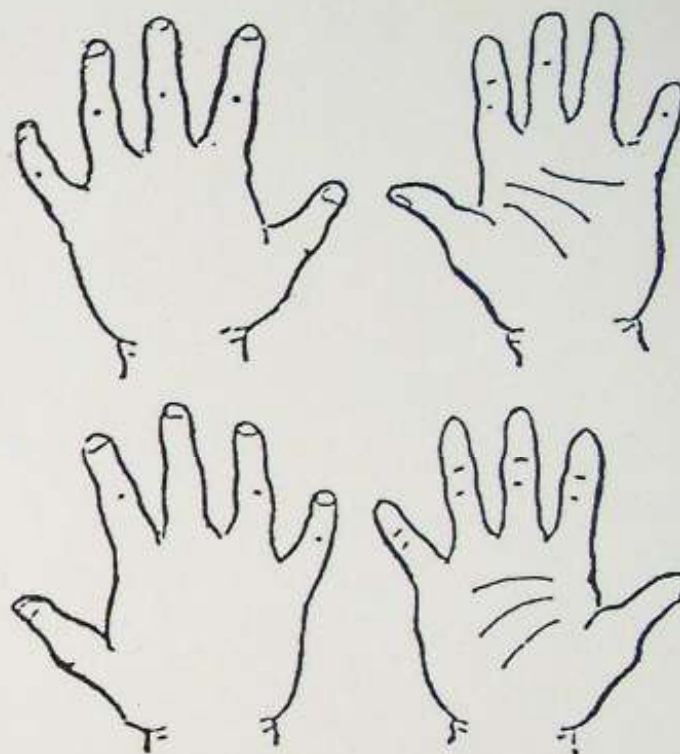
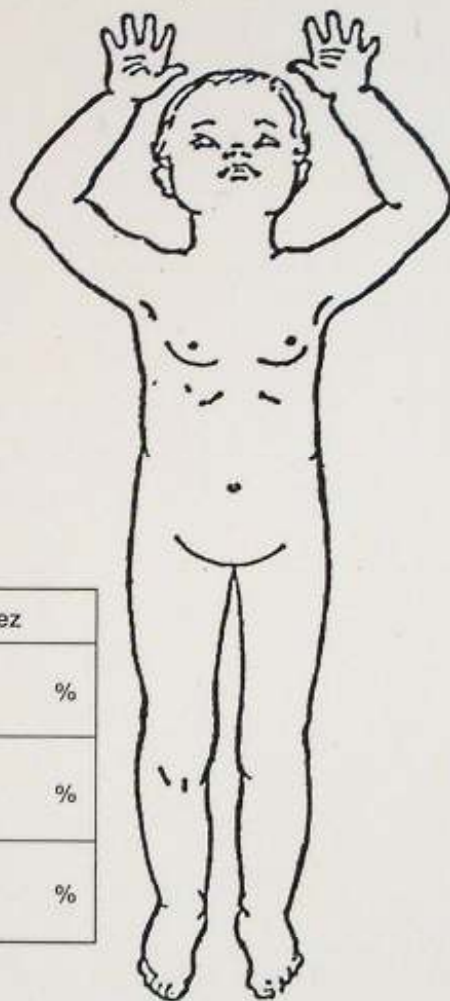
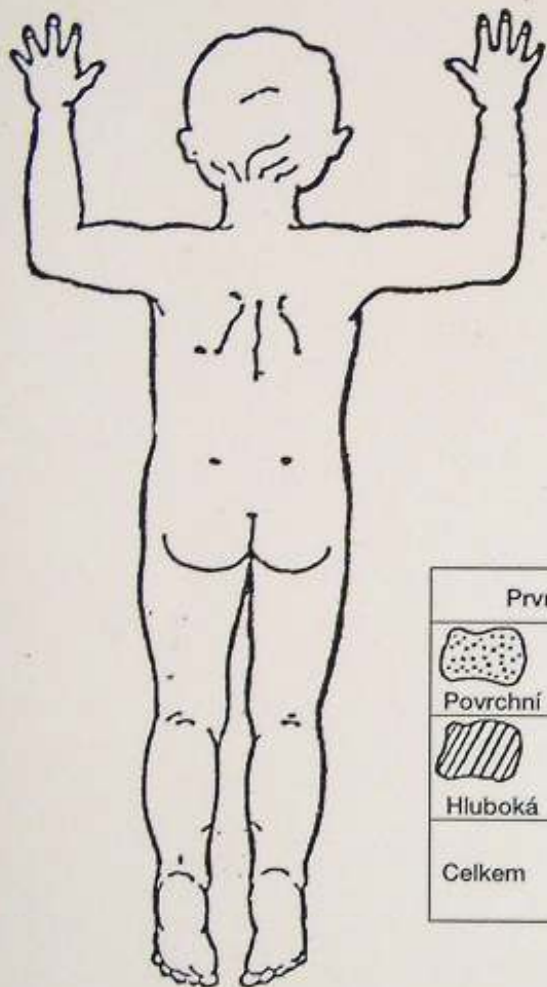
Jako těžký popáleninový úraz hodnotíme postižení tělesného povrchu



nad 5 % u dětí do 2 let

nad 10 % u dětí 2-10 let

nad 15 % u dětí 10-15 let

Popáleninový úraz u dětí nesmí být nikdy podceněn !



První nález		
	Povrchní	%
	Hluboká	%
	Celkem	%

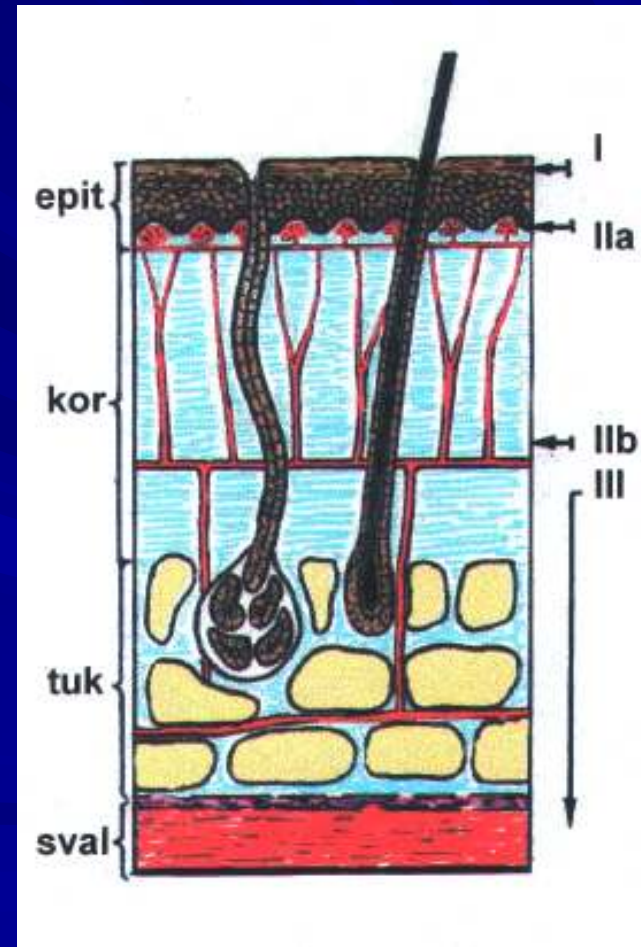


Tabulka podle Lunda-Browdera

Část těla	Novo- rozeně	1 rok	5 let	10 let	15 let
	%	%	%	%	%
Hlava	19	17	13	11	9
Krk	2	2	2	2	2
Přední část trupu	13	13	13	13	13
Zadní část trupu	13	13	13	13	13
Obě paže	8	8	8	8	8
Obě předloktí	6	6	6	6	6
Obě ruce	5	5	5	5	5
Genitalie zevní	1	1	1	1	1
Hýždě	5	5	5	5	5
Obě stehna	11	13	16	17	18
Oba bérce	10	10	11	12	13
Obě nohy	7	7	7	7	7

Hloubka postižení

- I. stupeň – erytém, bolestivost, otok, netvoří se buly.
- II. a stupeň – erytém, bolestivost, otok, tvorba bul a jejich odlučování. Pozitivní zkouška kapilárního návratu.
- II.b stupeň – erytém s centrálním výbledem, potrhané buly, bolestivost malá. Negativní zkouška kapilárního návratu a taktilního čítí.
- III. stupeň – malá bolestivost, barva žlutavá, hnědá až černá, někdy zuhelnatění.

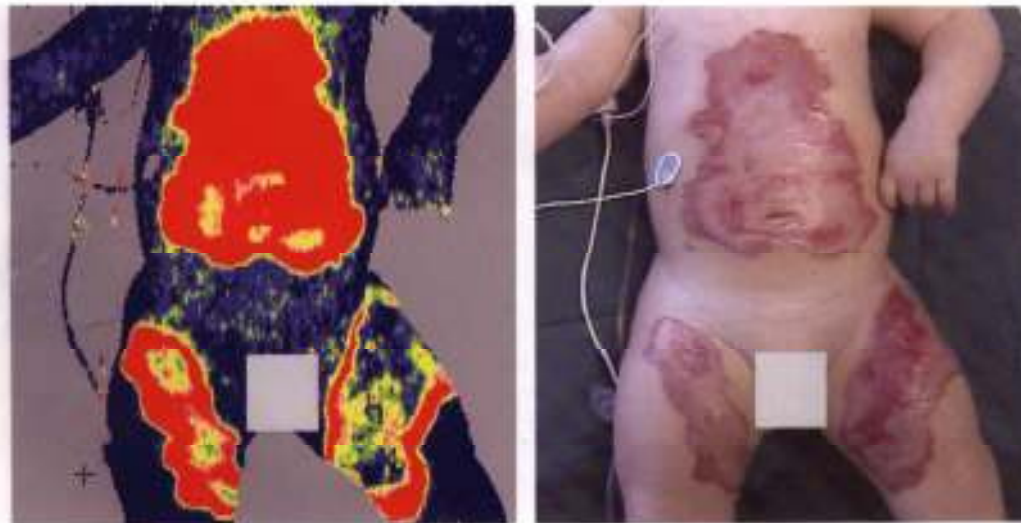


Hloubka popálení

- v počátečních fázích úrazu se mění
- významnou roli v konverzi hloubky ploch sehrává adekvátnost poskytnutí laické první pomoci, včasné lékařské pomoci, zajištění transportu na cílové pracoviště a vlastní léčebný přístup
- hloubka popálení je důležitým faktorem z hlediska chirurgické léčby a dlouhodobé prognózy

Nové možnosti hodnocení hloubky popálených ploch

Laser Doppler Burn Assessment



Lokalizace

- je faktorem, který určuje nutnost hospitalizace a specializované chirurgické péče
- jedná se o postižení
 - obličeje
 - krku
 - rukou, nohou
 - perinea a genitálu

Anamnéza

- je nedílnou součástí pro komplexní zhodnocení závažnosti popáleninového úrazu
(základní údaje o zdravotním stavu, choroby předchozí či probíhající, očkování dítěte, trvalá medikace, je-li ve sledování nějaké odborné ambulance, alergologická anamnéza, sociální anamnéza, přesné údaje o úrazu, způsobu ošetření, kdy dítě naposledy jedlo, pilo, případně další údaje)

Syndrom týraného, zneužívaného a zanedbávaného dítěte

(diagnostika u popáleného dítěte)

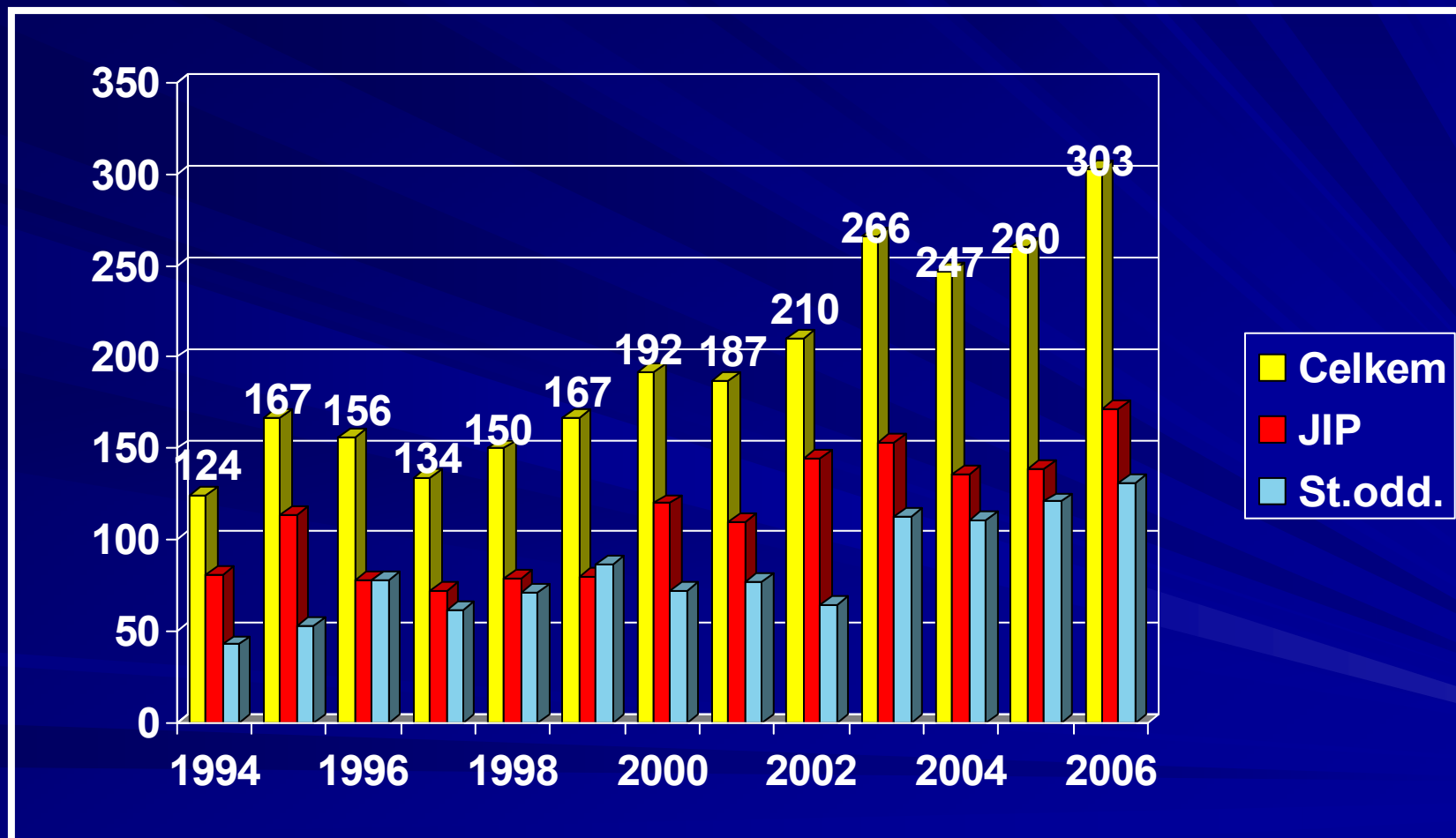
A) Lékařské vyšetření

- poranění neodpovídá věku pacienta
- poranění neodpovídá podanému vysvětlení mechanismu úrazu
- výskyt dalších poranění (hematomy, oděrky, zlomeniny atd.)
- popáleniny staršího data neodpovídají anamnestickým údajům
- symetrická lokalizace popálenin (zrcadlový obraz, zejména na končetinách)
- popáleniny perinea, genitálu a hýždí
- úraz naznačující nepřírozené ponoření do tekutiny - bez známek postříkání
- ostré ohraničení popálených ploch
- kontaktní popáleniny

B) Další údaje

- dítě přivedené na ošetření jinou osobou než rodiči
- nevysvětlitelný odklad ošetření od doby úrazu
- neshodný popis okolností úrazu (*od rodičů/rodiče a dítěte*)
- nevysvětlitelné poranění, popř. úrazy beze svědků
- předchozí úrazy v anamnéze
- nezáměr rodičů nebo neochota projevená při péči o dítě
- důkazy o přímém zanedbávání (*neprospívání, opoždění PMV, nedostatek hygieny, atd.*)
- neadekvátní chování dítěte a jeho rodičů
- přisuzování viny pacientovi samotnému nebo jeho sourozenci

Děti hospitalizované na Klinice popáleninové medicíny FNKV v letech 1994 - 2006



Léčba popáleninového úrazu

- laická první pomoc
- první lékařská pomoc
- zajištění těžce popáleného dítěte a jeho transportu na příslušné pracoviště
- léčba těžkého popáleninového úrazu
 - neodkladné období popáleninového šoku
 - období akutní
 - období rehabilitační a rekonstrukční

Lékařská první pomoc

Rozhodnutí o dalším léčebném postupu

a) ambulantní léčba

b) hospitalizace

se zajištěným transportem na příslušné pracoviště

- odd. dětské chirurgie
- dětská JIRP se zajištěním kontinuální chirurgické péče
- specializovaná pracoviště pro léčbu popálených

Ambulantní péče

- děti s rozsahem popálení do 5 % tělesného povrchu, bez postižení obličeje, rukou, nohou, perinea a genitálu
- nejedná-li se o popáleniny III. st.
- dítě nemá žádné jiné komplikace včetně sociálních a rodinných problémů
- není-li podezření na syndrom týraného, zneužívaného a zanedbávaného dítěte

Všechny děti do patnácti let odeslat po primárním ošetření praktickým lékařem, nebo LSPP na spádovou chirurgickou ambulanci, v lokalitách Praha, Brno, Ostrava přímo na specializované popáleninové pracoviště.

Indikace k hospitalizaci dětí na specializovaném pracovišti pro léčbu popálenin

- 0 - 2 roky - rozsah popálené plochy II. st. více než 5% tělesného povrchu
- 3 - 15 roků - rozsah popálené plochy II. st. více než 10% tělesného povrchu
- 0 - 15 roků popáleniny III. stupně vždy bez přihlédnutí k rozsahu
- popálení závažných lokalizací (*obličej, krk, ruce, nohy, perineum, genitál*)
- inhalalační trauma
- elektrotrauma
- chemické a radiační trauma

Pokud není možné z jakéhokoliv důvodu po primárním ošetření v PNP směřovat pacienta přímo na pracoviště specializované pro léčbu popálených, je třeba směřovat pacienty na nejbližší chirurgické pracoviště, které je schopno pacienta ošetřit a léčit, nebo zajistit k transportu. Ten by měl být uskutečněn do 4 hodin od úrazu.

Zajištění těžce popáleného dítěte v podmínkách přednemocniční neodkladné péče (PNP) a nemocničním zařízení před překladem na specializované pracoviště

- **zhodnocení stavu vědomí**
- **zajištění volných cest dýchacích**
- **i.v. přístup**
- **tekutinová resuscitace**
- **analgoedace**
- **ošetření popálených ploch**
- **zavedení permanentního močového katetru**
- **zavedení NGS**
- **NPO před a během zajištěného transportu**

Zajištění ventilace

- volné DC
- inhalace zvlhčeného kyslíku
- intubace, UPV

Zajištění vstupu do cévního řečiště

- periferní žilní linka
- CŽK
- intraoseální přístup

Tekutinová náhrada I.

Formule pro tekutinovou resuscitaci (množství na prvních 24 hod. od úrazu)

- Parkland formula
 $4 \times \% \text{ popál. plochy} \times \text{hmotnost} + 1500 \text{ ml/m}^2 \text{ TBSA}$
 - Carvajal Hospital
 $5000 \text{ ml/m}^2 \text{ popál. plochy} + 2000 \text{ ml/m}^2 \text{ TBSA}$
 - Novák I. (Praha)
 $2 \times \text{hmotnost v kg} \times \% \text{ PP} + \text{denní potřeba tekutin}$
-

Kalkulace tekutinové náhrady na druhých 24 hod.

- $3750 \text{ ml/m}^2 \text{ popál. plochy} + 1500 \text{ ml/m}^2 \text{ TBSA}$

Tekutinová náhrada II. (složení podávaných tekutin)

Krystaloidy versus koloidy

- proteinové roztoky by **neměly** být podávány v prvních 24 hod. (méně efektivnější než krystaloidy + akumulace extravazálně)
- proteiny, zejména albumin by **měly** být podávány od počátku tekutinové resuscitace společně s krystaloidy
- proteiny by **měly být podávány od 8-12 hod.** po popál. úrazu. V prvních 8 - 12 hod. podávat pouze krystaloidy pro masivní extravazální únik tekutin v tomto období

Tekutinová náhrada III.

(složení podávaných tekutin)

Cincinnati Shriners Burns Unit	4 x kg x % BSA burn + 1500 ml/m ² TBSA	prvých 8 hod.	RL + 50 mmol NaHCO ₃ / l
		druhých 8 hod.	RL
		třetích 8 hod.	RL + 12,5 g albuminu / l
Galveston Shriners Burns Unit	5000 ml/m ² BSA burn + 2000 ml/m ² TBSA		RL + 12,5 g albuminu / l

Tekutinová náhrada IV. (rychlost podání tekutin)

- Iniciální dávka (20 ml/kg během 1-2 hod.)
- bolusové podání by nemělo překročit 25 % celkového krevního volumu
- základní doporučení rychlosti podávání tekutin u popáleninového šoku:
1/2 kalkulovaného množství v prvních 8 hod.
druhá 1/2 ve zbývajících 16 hod.

Tekutinová náhrada V. (individuální přístup)

- titrování podávaných tekutin
- dosažení cíle:
 - stabilizace oběhu s dobrou tkáňovou perfuzí
 - diuréza 1 ml/kg/hod.
 - minimalizace popáleninového edému

Monitorování

- nezastupitelné zůstává hodnocení klinického stavu pacienta
- neinvazivní monitorování
- invazivní monitorování
- průběžné hodnocení trendu paraklinických vyšetření

Analgoosedace a další medikace

- analgoosedace
- ATB
- kortikoidy

Látky používané k analgosedaci pediatrických pacientů s popálením při UPV

Látka	Dávkování
ketamin	1-5 mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹ jako adjuvans k další terapii, jako bolus 0,5-1 mg.kg ⁻¹
midazolam	0,1 mg.kg ⁻¹ bolus, infúze 10-100 µg.kg ⁻¹ .h ⁻¹
propofol	2,0-2,5 mg.kg ⁻¹ bolus, infúze 50-300 µg.kg ⁻¹ .min ⁻¹
fentanyl	2 µg.kg ⁻¹ bolus, infúze 1-10 µg.kg ⁻¹ .h ⁻¹
sufentanil	0,1-0,2 µg.kg ⁻¹ bolus, infúze 0,1-1 µg.kg ⁻¹ .h ⁻¹
morfin	0,1-0,2 mg.kg ⁻¹ bolus, infúze 1,5-2,5 mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹

Nejčastěji používané opioidy v pooperační analgezií dětí

Látka	Dávkování	Trvání účinku	Poznámka
morfin	0,10–0,15 mg.kg ⁻¹ s.c., i.m., 0,2–0,4 mg.kg ⁻¹ p.o., 0,3–0,6 mg.kg ⁻¹ p.o při řízeném uvolňování po 12 hod.	4 hod.	kumulace při renální insufici- enci, enterohepatální recirkulace
petidin	1,0–1,5 mg.kg ⁻¹ i.m., 0,2–1,0 mg.kg ⁻¹ i.v., 0,2–0,6 mg.kg ⁻¹ v infúzi	2–4 hod.	kumulace, metabolizuje se na toxický norpetidin
tramadol	1,0–1,5 mg/kg i.m., i.v., p.o., p.r.	4–6 hod.	minimum vedlejších účinků
kodein	0,5–1 mg.kg ⁻¹	4–6 hod.	maximálně 6 mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹
fentanyl	individuálně, cca 0,5 -1 µg.kg ⁻¹ i.v., 0,5–2 µg.kg ⁻¹ . h ⁻¹ i.v. infúze	10–60 min.	poločas 219 ± 10 min, ale i 7–8 hod., možnost zpětného vstřebávání a odložené dechové deprese
sufentanil	individuálně, cca 0,1 µg.kg ⁻¹ i.v. 0,1 µg.h ⁻¹ i.v. infúze	15–30 min.	poločas 164 ± 22 min, menší kumulace než u fentanylu, výraz- né sedativní účinky

Primární ošetření popálených ploch

- **chlazení** (chladit plochy do 5 %)
- **sterilní krytí** (minimální manipulace s popál. plochami)
- **urgentní opatření** – uvolňující nářezy (již ve zdravotnickém zařízení před překladem na specializované pracoviště u cirkulárního postižení krku, hrudníku, končetin)

Hlavní cíle v akutním období léčby popáleninového úrazu

- řešení popálených ploch
- zajištění výživy
- prevence a léčba infekčních komplikací

Přístup k léčbě popálených ploch

■ konzervativní

syntetické kryty (Aquagel, Askina /Thin site, Hydro, Derm/, Urgotul)

při susp. infekci Askina Calgitrol, s Ag, Aquacel Ag, Urgotul Ag

biologické kryty

biosyntetické kryty

anibakteriální krémy

■ chirurgický

nekrektomie, allo-, autotransplantace,

umělá náhrada kůže - Integra, kultivace keratinocytů

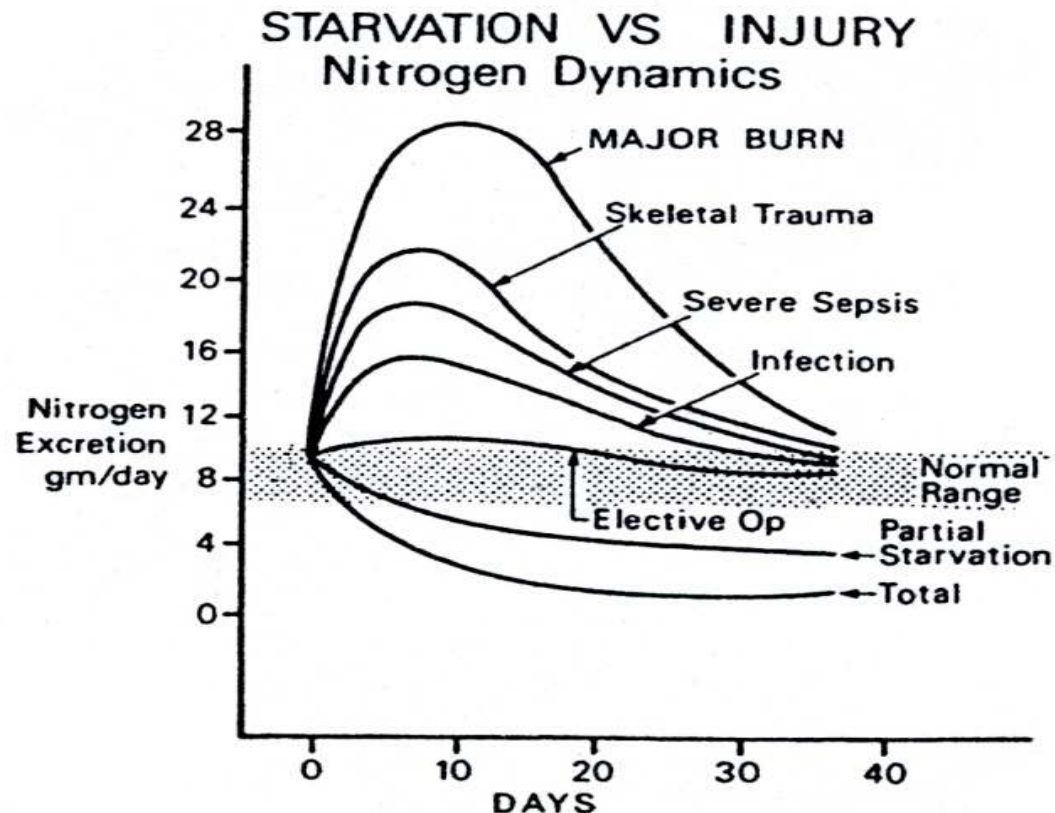
Hypermetabolismus

- **hypermetabolismus a katabolismus** jsou všeobecným následkem těžkých úrazů bez ohledu na jejich etiologii
- u popáleninového úrazu jsou **vystupňovány** – REE může být zvýšen o více než 100 % nad predikovanou kalkulaci bazálního energetického výdeje ve vztahu k výšce, hmotnosti a pohlaví
- **vzestup** je proporcionální v závislosti na rozsahu popálené plochy
- pravděpodobnými primárními faktory jsou zvýšené tepelné ztráty z popálených ploch a zvýšená beta adrenergní stimulace

Hypermetabolismus u dětí

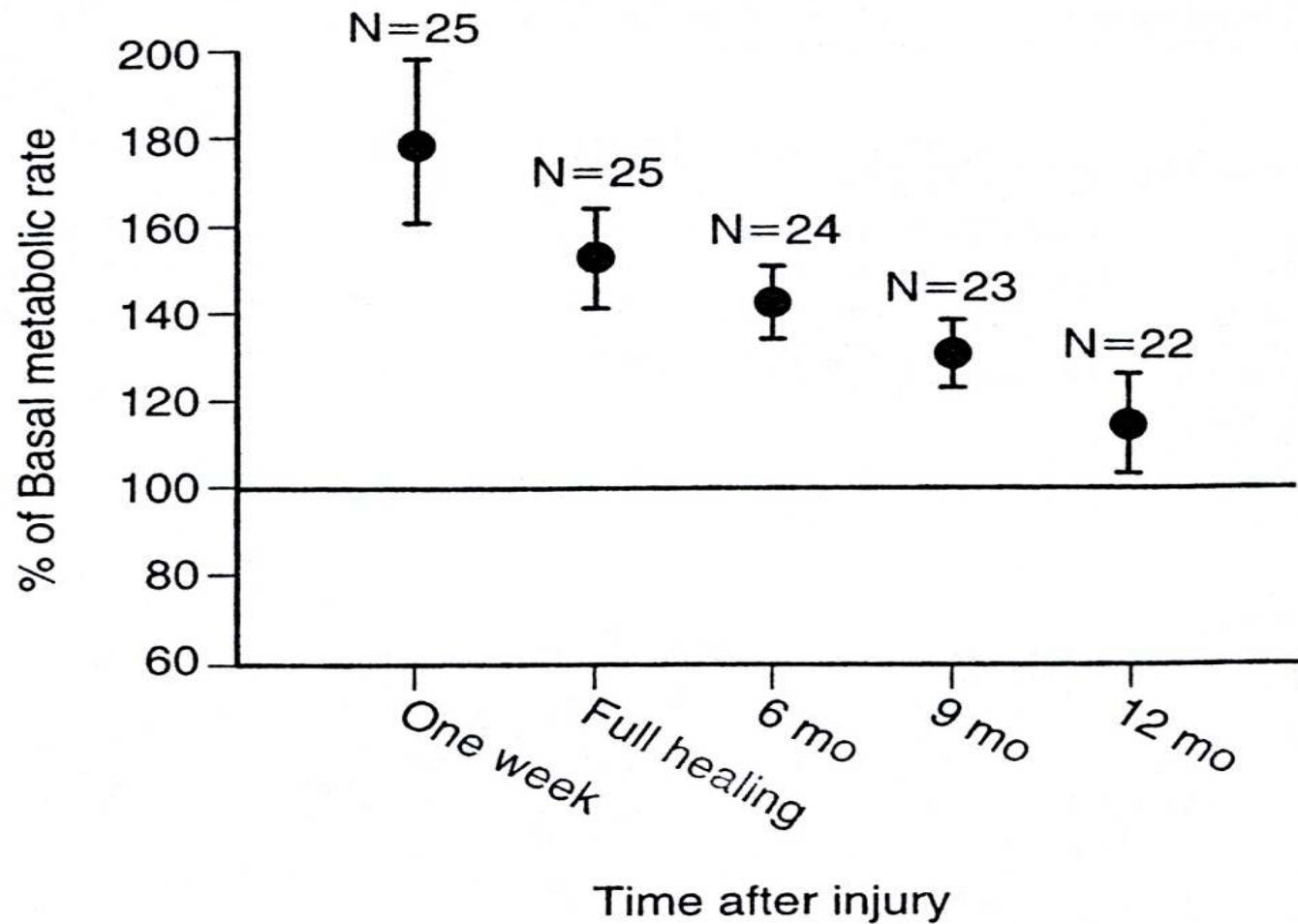
- je závažnější vzhledem k nižším energetickým zásobám
- je nutné přihlídnout k potřebám pro růst, vývoj a tělesné aktivitě s přihlédnutím k věku
- z těchto aspektů jsou **děti rizikovou skupinou ohroženou rychlým rozvojem proteino-kalorické malnutrice**

Hypermetabolismus extrémní



This is a classic illustration of nitrogen excretion following injury compared to starvation and other conditions. Burn injury evokes the most pronounced catabolism of any clinical condition, with nitrogen excretion exceeding 25 g/day (150 g of protein, almost a half-pound of lean body mass!). From Long *et al.*³

Hypermetabolismus protrahovaný



Resting energy expenditure after burn by indirect calorimetry (mean \pm 95% confidence intervals). At all time points, the energy expenditure was higher than the predicted basal metabolic rate for age-, sex-, weight-, and height-matched individuals by the Harris-Benedict equation. (From Hart DW, Wolf SE, Mlcak R, et al: Persistence of muscle catabolism after severe burn. *Surgery* 2000;128:312–319.)

Důsledky extrémního a prolongovaného hypermetabolizmu

- zvýšení morbidity a mortality
- zvýšení rizika infekce
- pokles tělesné hmotnosti
- omezení rehabilitace
- prodloužení reintegrace pacienta do společnosti

Ovlivnění hypermetabolizmu

- adekvátní nutriční podpora
- teplota prostředí
- farmakologické ovlivnění (RH, anabolika, beta blokátory)
- **časná nekrektomie a autotransplantace**

Kalkulace energetické potřeby

Galveston

Curreri

kojenci	2100 kcal/m² + 1000 kcal/m² popál. plochy	BMR + 15 kcal / % popál. plochy
batolata		BMR + 25 kcal / % popál. plochy
děti	1800 kcal/m² + 1300 kcal/m² popál. plochy	BMR + 40 kcal / % popál. plochy
dospívající	1500 kcal/m² + 1500 kcal/m² popál. plochy	

Přístupy k nutriční podpoře

- výživa parenterální
- výživa enterální
- kombinovaná

Preference enterální výživy

Infekce

Zdroje infekce

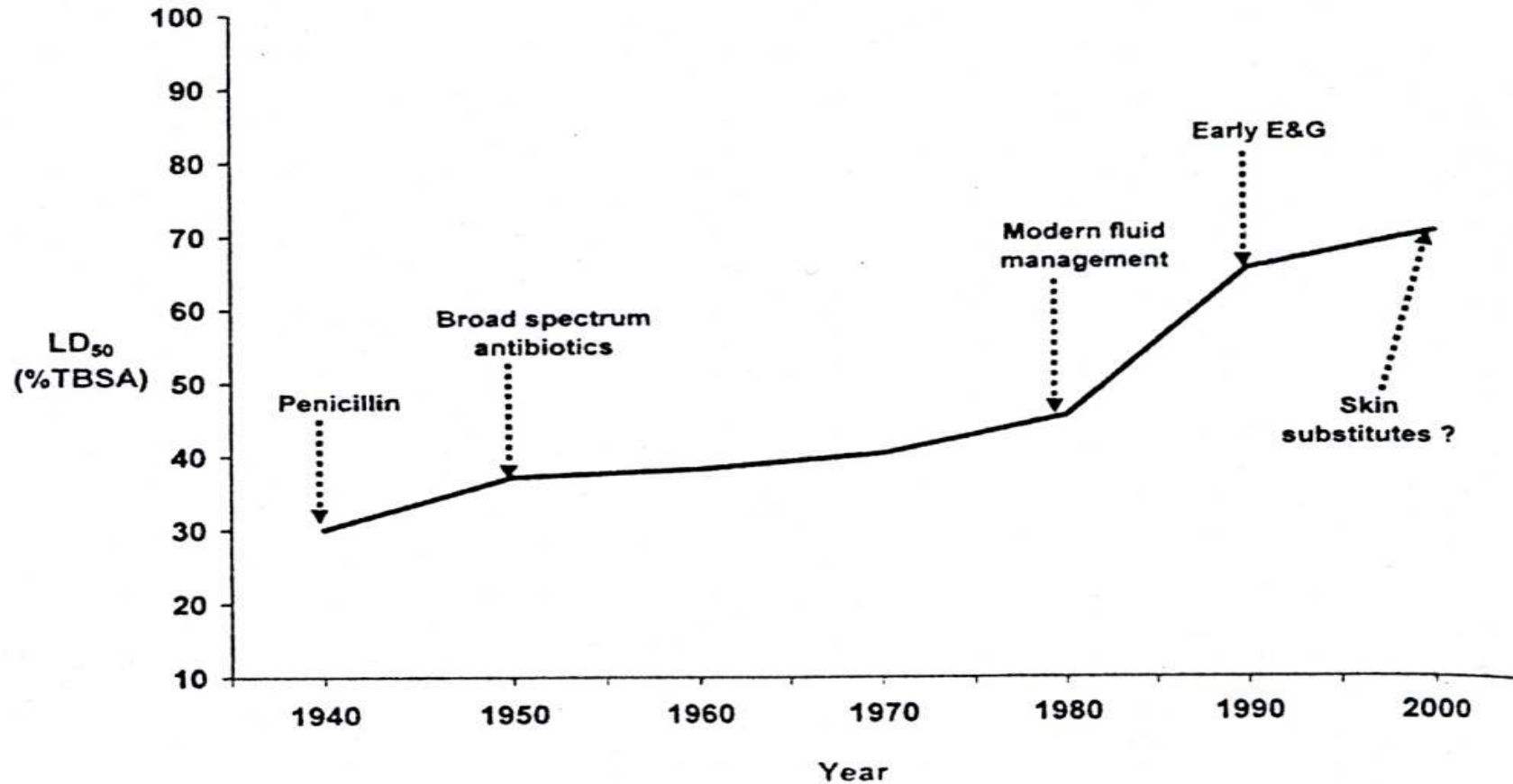
- popálené plochy
- dýchací cesty
- GIT
- invaze

(monitorování bakteriologických nálezů pacienta, epidemiologické situace na odd., vyhodnocování paraklinických vyšetření)

Léčba infekce / sepse

- **Vlastní léčba infekce**
 - indentifikace a odstranění zdroje
 - cílená antimikrobiální terapie
- **Stabilizace oběhu a obnovení orgánové perfúze**
- **Zajištění adekvátní oxygenace a ventilace**
 - oxygenoterapie
 - ventilační podpora
- **Nutriční podpora**

Z historie



Effects of various interventions upon 50% mortality rate (LD₅₀) in burn patients over time.

Závěr

Léčba těžkého popáleninového úrazu vyžaduje **komplexní a multidisciplinární přístup**, jeho koordinátorem je **popáleninový chirurg**.