

FAKULTNÍ NEMOCNICE BRNO
A LÉKAŘSKÁ FAKULTA
MASARYKOVY UNIVERZITY



**KLINIKA DĚTSKÉ
ANESTEZIOLOGIE
A RESUSCITACE**

Zásady péče o dítě po tonutí na pediatrické JIP

Roman Štoudek

F FAKULTNÍ
NEMOCNICE
BRNO

**M U N I
M E D**



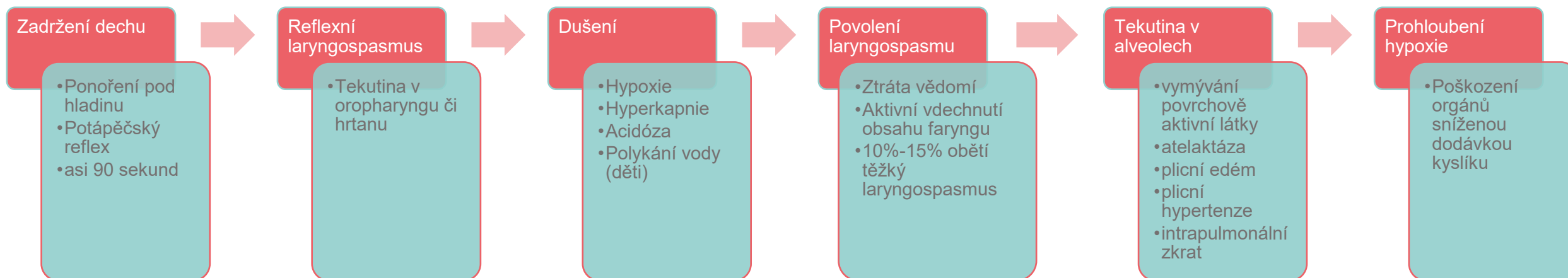
Tonutí

- Tonutí je proces během něhož dochází k poškození dýchání vlivem ponořením do tekutiny, vedoucí k primárnímu dušení a sekundárně k zástavě srdeční činnosti.
 - V teplé nebo studené vodě (20 °C),
 - V ledové vodě (< 5 °C)
- Ročně zemře následkem tonutí více než 450 000 lidí.
- Hlavní příčina úmrtí dětí následkem úrazu
- Neurologické postižení – kvalita života po tonutí
 - Tíže hypoxie, mírou reperfučního postižení po ROSC a kvalitou resuscitační péče (neuroprotektivní přístupy)



Patofyziologie

Známý sled událostí popsany ve studii na zvířatech

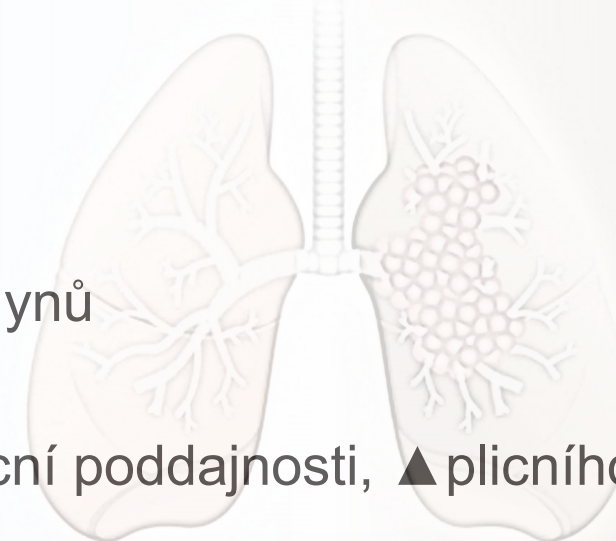


Typ aspirované tekutiny

- Změny elektrolytů a objemu krve s malým klinickým významem
- >11ml/kg změna objemu, >22ml/kg změny elektrolytů
- Většina tonoucích je hypovolemická – zvýšená propustnost kapilár a ztrátu proteinů do alveolů

Poškození plic

- Funkční reziduální kapacita (FRC) je jediným zdrojem výměny plynů
- 1–3 ml/kg má za následek vážné narušení výměny plynů
- Narušení surfaktantu (více sladká voda) – vznik atelektáz, ▼ plicní poddajnosti, ▲ plicního zkratu, nepoměru ventilace/perfuze, ▼ FRC a plicnímu otoku.
- Změny v plicní vaskulatuře (sladká i slaná) – vazokonstrikce plicního řečiště s plicní hypertenzí
- Komplikace poškození surfaktantu → ARDS – V/Q porucha, alveolárně-kapilárním blokem, zvýšenou permeabilitou kapilár a plicním edémem
- Aspirace – obsah žaludku, písek, bláto, řasy, odpadní voda...
- Bakteriální pneumonie, abscesy – G+, G- i plísně (složení vody i teplota)



Poškození CNS

- Závažnost poškození závisí na velikosti délce trvání hypoxémie, mozkové hypoperfuze a mechanismu sekundárního poranění
 - Starších nemocných nebo u tonoucích v teplé vodě,
 - ▲ ICP a změny v průtoku krve mozkem → místní dodávka kyslíku tkání
- Neuronální smrt v důsledku buněčných odpovědí na hypoxii a následnou reperfuzi (akumulace cytosolového Ca, kyslíkové radikály, selhání opravy DNA)
- Poškození mozku při utonutí – dodávka O₂ klesá postupně, není stejná jako při zástavě
- Děti (zvířecí model) po krátké asfyktické zástavě 10min hyperemie → obnova na výchozí
 - Po prodloužené zástavě → hypoperfuze a CBF závislá na TK
- Infekce CNS - odstupem 3–4 týdnů (*Burkholderia cepacia*, *Aeromonas* sp., *Pseudallescheria boydii*)



Kardiovaskulární účinky

- Kardiovaskulární nestabilita představuje hrozbu pro přežití po počáteční záchraně
- Hypoxémie (V/Q nepoměr) → ▼ dodávky kyslíku do myokardu → zhoršení srdečního výdeje, ▼ perfúzního tlaku myokardu
 - Popisovány fokální nekrózy myokardu
 - Pohotovost k ventrikulární tachykardie, ventrikulární fibrilace a asystolie
- Aplikace PEEP ▼ venózní návrat a předtížení pravé a levé komory.
- Strukturálním plicní mikrovaskulární poškození, zánětlivé mediátory v ARDS → plicní hypertenze → ▲ Afterload pravé komory → selhání
- ▲ kapilární permeabilita plicních a systémových kapilár → hypovolémie
 - Hypervolémie způsobené resorpcí hlavně spolykané vody se projevuje málo
- Vazodilataci spojené s obnovením normotermie
- Substituce plazmatického objemu bývá nezbytné + užití vazopresorů

Účinky na další orgány

- Hypoxémie a/nebo ischemie zvyšují riziko MODS
- Kromě plic a mozku i poškození jater a ledvin
- Příčinou úmrtí bývá smrt mozku nebo multiorgánové selhání, často spojené se sepsí
- Podchlazení po tonutí ve studené vodě je spojeno s rizikem dalších komplikací a řadou nepříznivých procesů

Hypotermie při tonutí

Pozitivní účinky hypotermie na mozek

- ▼cerebrální metabolismu, ▼ICP, ▼excitotoxickou neurotransmisi, ▼cytotoxický edém, ▼škodlivých volných radikálů, ▼cerebrální hyperémii
- Dobré výsledky hlášeny u dětí ponořených v ledové vodě (< 5°C) po delší dobu
 - Nutné rychlé ochlazení v ledové vodě
- Novější studie zpochybňují ochranné účinky hypotermie při utonutí
- Ohrožení kvůli jejím nepříznivým účinkům na srdeční rytmus a rozvoj infekcí

Anamnéza

- Malé dítě ponechané dočasně bez nalezené utonulé ve vaně nebo v bazénu
- Adolescent plovoucí nehybně ve vodě rybníka nebo veřejného bazénu.

*Co
nás
zajímá*

Věk oběti

Délka tonutí

Teplota a stupeň kontaminace vody

Sdružená poranění (krční páteř, hlava)

Komplikující onemocnění

Typ resuscitace (laická, profesionální), čas zahájení

Odpověď postiženého na iniciální resuscitaci

Předcházející související onemocnění

- Dohledání etiologie by mělo být uskutečněno v závislosti na události
- Děti s epilepsií mají větší riziko nehod pod vodou
- Základním faktorem odpovědným za utonutí výskyt může být i vazovagální synkopa nebo hypoglykemická epizoda během plavání
- V případě nevysvětlitelného utonutí je třeba zvážit také okultní kardiomyopatii nebo srdeční arytmii
 - Ponoření obličeje do studené vody má za následek abnormální prodloužení QT intervalu u dětí identifikovaných s nefamiliárním LQTS
 - Pacienti s LQTS by se měli vyhýbat plavání a potápění a jakýmkoli lékům, které mohou prodloužit QT interval
 - Bylo prokázáno, že betablokátory snižují riziko náhlé smrti u LQTS o 75 %

Management před ICU

- Okamžité zahájení KPR na místě události – rozhodující faktor
- Všichni by měli dostat základní i pokročilou podporu života na místě nehody i při příjmu do nemocnice
- KPR na místě s postupem ABC, Imobilizace krční páteře při podezření na poranění hlavy a krku (potápění, vodním lyžování a surfování)
- Transportován do zdravotnického zařízení, v optimálním případě disponujícím možnostmi mimotělního oběhu
- Zabránit dalším tepelným ztrátám
- Bradykardie + intenzivní vazokonstrikce spojená s výraznou hypotermií (<32°C) → jeví se jako mrtvé → pokračovat v KPR

Zajištění při příjmu

- Tracheální intubace a umělá plicní ventilace u nemocných s respirační insuficiencí, poruchou vědomí, přetrvávající hypotenzí a poruchou průchodnosti dýchacích cest
- Zavedení nazogastrické sondy a odsátí obsahu žaludku
- Kanylace centrálního žilního a arteriálního řečiště
- Zavedení močového katétru s teplotním čidlem
- Bronchoskopie
- V indikovaných případech užití mimotělního oběhu ke kontrole tělesné teploty a zajištění oxygenace

Diagnostika při příjmu

- Vždy zvážit další formy souvisejícího traumatu
 - Nejsou-li dostupné spolehlivé anamnestické údaje, nelze vyloučit úrazový mechanismus
 - Poranění krční míchy, úrazu hlavy..
- Nezapomenout na možnost arytmie nebo křečovém stavu předcházející tonutí
- Tonutí ve vaně nebo podezření na týrání dětí → hledat zlomeniny a další známky předchozího zranění
- Všichni pacienti by měli být sledováni po dobu nejméně 4 až 6 hodin
 - S respiračními příznaky, ▼ SpO₂, změnou vnímání → hospitalizování
- GCS a Connova klasifikace – určování léčby a odpovědi na terapii

- Prioritou je udržení adekvátních dýchacích cest, dýchání a periferní perfúze, okysličení, ventilaci a srdeční činnosti

Indikované vyšetření

Laboratoř

- Krevních plynů včetně karboxyhemoglobinu, laktát
- Krevní obraz
- Koagulace
- Ionty, glykémie
- Osmolalita
- Jaterní testy
- Urea, kreatinin
- Myoglobin
- Toxikologický screening
- Troponin I
- Vyšetření moče

Zobrazovací metody

- RTG plic
- CT hlavy a krční páteře
- RTG končetin, pánve, hrudní a lumbální páteře
- (celotělové CT)



Monitoring

- Teplota tělesného jádra
- Kontinuální EKG
- Pulsní oxymetrie
- ECHO

- Hemodynamické parametry při nestabilitě (centrální žilní tlak, invazivní měření TK, srdeční výdej, ..)

Mikrobiologie

- vyšetření tracheálního aspirátu



Hospitalizace PICU

- Hlavním faktorem – rychlé a účinné zvládnutí hypoxémie a acidózy.
 - Pokračování v KPR, léčbu respiračního selhání
- Rychlé dosažení normotermie u pac. s poruchou vědomí **není doporučeno**
 - Teplé infuzní, roztoky, vyhřívané pokrývky, laváže žaludku, močového měchýře nebo mimotělní oběh
 - Ohřívání by nemělo být rychlejší než **0,5°C/hod.**
- **Nutno zabránit hypertermii!!**

Podpora ventilace



- UPV – všichni nemocní s poruchou vědomí
- Bez poruchy vědomí – neschopnost při spontánním dýchání adekvátní oxygenace, progredující hyperkapnie, zhoršování v krevních plynech → UPV
- UPV – zajistit adekvátní výměnu plynů a minimalizovat poškození
 - často s vyššími inspiračními tlaky, vyšší hodnoty PEEP a FiO₂
 - Protektivní plicní ventilace
 - Plicní edém – diuretika málo účinná, mohou zhoršit hypovolémii → využití PEEP
- Poškození plic nemusí dosáhnout vrcholu dříve než za 24 hodin
- Hypoxémie i hyperoxémie jsou spojeny se špatným výsledkem po zástavě srdce.
 - Udržovat SpO₂ mezi 94 – 98% a PaO₂ mezi 70 – 100 mmHg (10 – 13kPa)
- PaCO₂ kolem 40 torru (4,5 – 6 kPa)
 - Hyperkapnie zvyšuje objem krve v mozku → ▲ ICP
 - Hypokapnie ▼ průtok krve mozkiem → ▼ dodávku kyslíku do mozku

Podpora ventilace II.

- Bronchoskopické kontroly s toaletou bronchiálního kmene
- Aplikace bronchodilatancií (β 2-mimetika, aminofylin), mukolytik a dechová rehabilitace
- Pronační poloha
- Vysokofrekvenční ventilace
 - Relativně vysoký střední tlak v dýchacích cestách a zároveň minimalizuje nadměrné kolísání tlaků během dýchacího cyklu.
 - Bezpečnou a účinnou modalitou v léčbě těžkého akutního respiračního selhání, které nereaguje na konvenční mechanickou ventilaci.



Podpora ventilace III.

- Mimosřetňnř podpora řivota – zahřřvřnř pacientř s těžkou hypotermiř
 - Lřčba ARDS spojenřho s utonutřm je nenř dostatečně prozkoumřna
 - Plicnřho klidu ke zmřrněnř barotraumat a kyslřkově toxicity u pacientř, u kterřch nedochřzř ke zlepřenř navzdory maximřlnř ventilalnř podpoře
- Exogennřho surfaktantu u dětř – ARDS s přetrvřvajřcř plicnř insuficiencř i přes agresivnř podpoře dřchřnř včetnř vysokofrekvenčnř ventilace
 - Existujř kazuistiky, kterě popisujř zlepřenř okysličenř
 - Neexistujř řždne randomizovaně kontrolovaně studie



Oběh

- Po ROSC většinou přetrvává oběhová nestabilita
 - Optimalizace plazmatického objemu
 - Vazopresory a/nebo inotropika
- Pacienti s nestabilním oběhem – rozšíření monitorování hemodynamiky umožňující cílenou léčebnou intervenci
- Pokud zjištěna primární kardiální příčina – spolupráce s kardiologem
 - Echokardiografického vyšetření
- Arytmie často vymizí po odstranění hypoxie, hypotermie, acidózy a dysbalance elektrolytů.
- Pro úvodní doplnění intravaskulárního objemu balancované krystaloidy (10 ml/kg)
 - Další objemovou expanzi dle klinického a hemodynamického stavu
 - Hypotonické tekutiny – zhoršení mozkového edému
 - Inotropní/vazopresorická podpora

CNS

- Neurologické následky závislé na délce iniciální hypoxie do zahájení účinné KPR
- Příčiny poškození mozku
 - Cytotoxické postižení v důsledku hypoxie
 - Otok mozku s vrcholem za 2–3 dny po tonutí – odraz časného hypoxického poranění než projevem reverzibilního procesu
- Konzultace neurochirurga se zvažováním indikace měření ICP
 - Není spojena se zlepšením neurologického stavu – rutinní používání po tonutí se **nedoporučuje**.
 - Adekvátních perfúze (CPP \geq 70 mmHg)
- Doporučeno **podání antikonvulziv při křečích**
- Nejpraktičtější nástrojem neuromonitoringu je standardní neurologické vyšetření
 - Reaktivita zornic, úroveň vědomí, reflexy mozkového kmene a motorické funkce.

Udržování hypotermie?

- Studie ukázaly, že hypotermie nezlepšila outcome
 - Zvýšila infekční komplikace
 - Zlepšila přežití do vegetativního stavu.
- V případech tonutí ve studené vodě by měl být pacient aktivně zahříván, aby se předešlo arytmiím a sekundárním infekcím,
- Po dosažení 30°C by nemělo zahřívání překročit rychlost 0,5°C/hod
 - Zabránění zvýšení průtoku krve mozky se ▲ ICP, ischemickému/reperfuznímu poškození a horečce
- Pro nedostatek pozitivních randomizovaných kontrolovaných studií u pediatrické asfyxické zástavy nebo utonutí se v současné době hypotermie jako terapie nedoporučuje.



Ledviny

- Tkáňová hypoxie a centralizace oběhu → rhabdomyolýza
 - Hypoxémie + hypoperfuze ledvin → akutní tubulární nekróza
- Prevence rozvoje renálního selhání
 - Optimalizace plazmatického objemu!
 - Forsírovaná diuréza a alkalizace moči (pH 7 – 8) – účinnost **není jednoznačně prokázána**

Další opatření

- Acidóza většinou korigována adekvátní oxygenací a ventilací
- Přetrvávající $\text{pH} < 7,2$ možno řešit podáním hydrogenuhličitanu
- Dysbalance elektrolytů nejsou časté
- Udržování normoglykémie (4–10 mmol/l) bez epizod hypo- nebo hyperglykémie.
- Rutinní podání kortikosteroidů a ATB není indikováno
 - Aspiraci kontaminované vody je profylaktické podání antibiotik doporučeno

Prognóza

- Koreluje s délkou trvání hypoxie a klinickým stavem při přijetí do nemocnice.
- Nemocní vyžadující KPR při příjezdu do nemocnice – nepříznivá prognóza
 - 35–60 % z nich zemře již na UP, >60 % přeživších trpí dlouhodobými neurologickými následky
- Nemocní vyžadující pobyt na PICU – mortalita okolo 30 %, trvalé neurologické následky v 10–30 %.
- Při vědomí nebo s mírnou poruchou vědomí mají velmi dobrou prognózu
- Prognosticky příznivé krátké tonutí v ledové vodě
- Tonoucí v teplé vodě s dlouhým intervalem hypoxie – téměř vždy závažné neurologické následky přeživších

Stěžejní body

- Okamžitě zahájit kardiopulmonální resuscitaci na místě inzultu
- Při tonutí v ledové vodě neukončovat resuscitaci před dosažením normotermie
- Při hypotermii postupně ohřívat (0,2–0,5 °C/hod) do dosažení normotermie.
- Zabránit hypertermii v prvních 48 hodinách po přijetí.
- Zajistit adekvátní perfusi a oxygenaci CNS

Děkuji za pozornost