

PEDIATRICKÉ POSTUPY V PRAXI

Tonutí

Drowning

Jakub Jonáš

Klinika anesteziologie,
resuscitace a intenzivní
medicíny 2. lékařské fakulty
Univerzity Karlovy
a FN Motol

SOUHRN

Jonáš J. Tonutí

Tonutí patří mezi závažné úrazy, které mají často fatální důsledky. Pro kvalitní přežití tonoucích je stěžejní co nejčasnější zahájení kardiopulmonální resuscitace s cílem zajistit adekvátní dodávku kyslíku do organismu. Týká se to především mozkové tkáně. Míra neurologického postižení je totiž pro kvalitu života určující.

Tento článek přináší základní přehled o patofyziologii tonutí, zdůrazňuje nutnost časně a správně poskytnuté první pomoci a dále poskytuje přehled stěžejních bodů intenzivní a resuscitační péče o tonoucího pacienta.

Klíčová slova: hypotermie, hypoxie, oxygenoterapie, zástava oběhu, pediatrie

SUMMARY

Jonáš J. Drowning

Drowning is one of the serious injuries that often has fatal consequences. For survival of drowning people, the earliest possible initiation of cardiopulmonary resuscitation is crucial in order to ensure an adequate supply of oxygen to the body. This mainly concerns the brain tissue. The degree of neurological disability is decisive for the quality of life.

This article provides a basic overview of the pathophysiology of drowning, emphasizes the need for early and properly provided first aid, and provides an overview of the key points of intensive and resuscitation care for a drowning patient.

Key words: hypothermia, hypoxia, oxygenotherapy, cardiac arrest, pediatrics

Korespondenční adresa:

MUDr. Jakub Jonáš, Ph.D.
KARIM 2. LF UK a FN Motol
V Úvalu 84
150 06 Praha 5
jakub.jonas@fnmotol.cz

ÚVOD

Tonutí je úraz vzniklý ponořením do kapaliny. Vede primárně k dušení a sekundárně k zástavě srdeční činnosti. Utonutím se pak nazývá smrt tonutím do 24 hodin od úrazu.⁽¹⁾

V dětském věku představuje tonutí jednu z nejčastějších traumatických příčin úmrtí. Nejvyšší incidence je u dětí mladších čtyř let.⁽²⁾ V této věkové skupině dochází k tonutí neplavců za nepřítomnosti osob dohlížejících na dítě. Dále je incidence vysoká ve věkové skupině patnáct až devatenáct let. Zde je tonutí spojováno s rizikovým chováním, jako jsou skoky do neznámé vody či pobyt ve vodě ve spojení s užíváním alkoholu či jiných návykových látek.^(1,3)

Determinantou kvality života po tonutí je míra neurologického postižení. Ta je určena jednak tíží hypoxie a ischemie mozkové tkáně, jednak mírou reperfučního postižení

při obnovení srdeční činnosti. V neposlední řadě je rovněž dána kvalitou kardiopulmonální resuscitace a poresuscitační péče zahrnující neuroprotektivní přístupy. Tkáňová hypoxie postihuje nicméně všechny orgánové systémy.

KLINICKÝ OBRAZ TONUTÍ

Při ponoření do studené či ledové vody dochází k tzv. potápěčskému reflexu. Vzniká reflektorická apnoe, která je doprovázená bradykardií a periferní vazokonstrikcí. Tento reflex je zprostředkován oftalmickou porcí n. trigeminus. Jeho efekt je nejvýraznější u dětí do věku šest měsíců. Po něm následuje vědomé zadržetí dechu. Pokud dojde k nádechu, kontakt vody s laryngem vyvolá laryngospasmus. Během něj u dětí často dochází k současnemu spolykání velkého

množství vody. Dále se vzhledem k apnoe prohlubuje hypoxie, hyperkapnie a rozvíjí se respirační i metabolická acidóza. Vzniká porucha vědomí a konečně dochází k hypoxické zástavě oběhu. Laryngospasmus může přetrvávat až do zástavy oběhu, a voda tak nemusí do dýchacích cest proniknout ve větším množství. U většiny tonoucích však dochází k aspiraci vody, případně i pevných částic z vody a zvratků, do plic. Aspirace vody do plic způsobí poruchu výměny plynů na alveolo-kapilární membráně vyvoláním bronchospasmu či porušením vrstvy surfaktantu se změnou povrchového napětí alveolů. Dochází ke vzniku atelektáz, roste plicní rezistence, klesá compliance, zvyšuje se míra plicních zkratů a zvýrazňuje se ventilačně-perfuzní nepoměr, vzniká plicní edém a rozvíjí se ARDS (acute respiratory distress syndrome, syndrom akutní dechové tísně).^(1–4)

Při masivní aspiraci může hrát roli i salinita vody. Sladká voda, hypotonická vůči krevní plazmě, přestupuje do plicních kapilár a ve velkém množství působí hemodiluci, hemolýzu a hyponatremii. Naopak velké množství slané vody působí hemokoncentraci, hypernatremii a hyperkalemii.^(1–3)

Závažnost postižení centrální nervové soustavy (CNS) je dána délkou trvání hypoxie mozkové tkáně, teplotou vody a rychlostí ochlazení tělesného jádra. Při rychlém poklesu tělesné teploty u tonutí v ledové vodě se snižuje metabolismus mozkové tkáně, a tak může být neurologické postižení méně závažné i přes delší interval mozkové hypoxie, pokud této hypotermii již nepředcházela samotná asfyxie.^(3,4)

Při tonutí nedochází jen k postižení kardiovaskulárního systému a CNS. Vznikají různě závažné poruchy hemokoagulace, jako např. diseminovaná intravaskulární koagulopatie (DIC), rozvíjí se hemolýza a rhabdomyolýza s následnou hemoglobinurií a myoglobinurií, které mohou způsobit renální selhání. Rovněž ischemické postižení ledvin vede k akutní tubulární nekróze a projevům renální insuficience. Klinický obraz může dále zhoršovat i infekce mikroorganismy. Příčinou úmrtí u tonutí může být edém a následně smrt mozku, ale i multiorgánové selhání a sepsy.^(1,2)

V rámci diferenciální diagnostiky je v případě tonutí nutno zvažovat následující stavy: epilepsie, hypoglykemie, kraniocerebrální poranění a poranění krční míchy, kolapsový stav, arytmie, vč. fibrilace komor, intoxikace (alkohol, drogy, léky, oxid uhelnatý).

PRVNÍ POMOC A PŘEDNEMOCNÍČNÍ PÉČE

Cílem první pomoci je co nejrychleji obnovit dodávku kyslíku do organismu. Esenciální pro přežití a dobrý klinický výsledek je okamžité zahájení a správné provádění kardiopulmonální resuscitace (KPR). V rámci první pomoci je nutné rovněž pátrat po sdužených poraněních, zvážit možnou intoxikaci či rozpoznat známky cizího zavinění.

U pacienta při vědomí, který dýchá spontánně a nejeví známky dušnosti nebo její progrese, je v rámci přednemocniční péče dostačující oxygenoterapie vhodnou obličejovou maskou, ideálně s kyslíkovým rezervoárem. Následně by měl být takový pacient směřován na nejbližší zdravotnické pracoviště s možností intenzivní péče.

Pacient s poruchou vědomí (Glasgow Coma Scale – GCS < 8), respirační insuficiencí, těžkou hypotermií (tělesná teplota < 30 °C) či pacient, u kterého probíhá nebo proběhla KPR, je indikován k endotracheální intubaci a umělé plicní ventilaci s adekvátní inspirační frakcí kyslíku (FiO₂) a pozitivním přetlakem na konci expirace (PEEP). Pacient na umělé plicní ventilaci (UPV) by měl být směřován do zdravotnického zařízení, kde je poskytována dětská resuscitační péče.

Při oběhové nestabilitě je indikována adekvátní volumoterapie a/nebo použití inotropní či vazopresorické podpory. Vstup do cévního řečiště by měl být zajištěn u všech pacientů pomocí periferní žilní kanyly, při neúspěchu o zavedení je třeba neváhat se zavedením vstupu intraoseálního.

NEMOCNÍČNÍ PÉČE

Pacient bez poruchy vědomí, spontánně ventilující, nejvíce známky dechové tísně a nevyžadující oxygenoterapii, se stabilním vnitřním prostředím může být propuštěn do domácí péče po observaci trvající čtyři až šest hodin. V ostatních případech musí být pacient hospitalizován.

Pro monitoraci vitálních funkcí je doporučováno použití kontinuálního záznamu elektrokardiografie (EKG), v případě rozvoje oběhové nestability či u pacienta po KPR je nutné doplnit dvanáctisvodové EKG. Dále se používá kontinuální měření saturace a neinvazivní intermitentní měření krevního tlaku či v případě oběhové nestability měření invazivní. Mezi doporučovaná laboratorní vyšetření pak patří krevní plyny a acidobazická rovnováha, biochemismus séra (obzvláště mineralogram, osmolalita, glykemie, laktát, jaterní testy, renální parametry, myoglobin, troponin I), toxikologické vyšetření v případě podezření na intoxikaci, krevní obraz, koagulační vyšetření (protrombinový čas – PT, aktivovaný parciální tromboplastinový čas – aPTT, fibrinogen, fibrin-degradační produkty – FDP a D-dimery), vyšetření moče (chemicky, sediment, myoglobin a hemoglobin). Ze zobrazovacích metod je možné využít předozadní snímek hrudníku k posouzení plicního postižení, zobrazení hlavy výpočetní tomografií (CT) k vyloučení traumatu (k posouzení ischemických změn a edému mozku je vhodnější CT provádět s odstupem několika hodin), CT páteře, hrudníku, břicha a pánve při podezření na poranění uvedených oblastí či celotělové CT, echokardiografické vyšetření při známkách oběhové nestability, vyšetření FAST (focused assessment with sonography in trauma, protokol sonografického vyšetření při podezření na poranění orgánů hrudníku, břicha a pánve).⁽¹⁾

U spontánně ventilujícího pacienta při vědomí je pokračováno v adekvátní oxygenoterapii tzv. nízkoprůtokovými systémy (kyslíkové brýle, maska otevřená či s rezervoárem, kyslíkový stan), při rozvoji dušnosti je možné využít vysokoprůtokové systémy (HFNC – high-flow nasal cannula). Při další progresi hypoxemie (SpO₂ < 90 % či paO₂ < 8 kPa) a/nebo hyperkapnie (paCO₂ > 6 kPa), progresi poruchy vědomí a při oběhové nestabilitě je nutné přistoupit k endotracheální intubaci a UPV.⁽⁵⁾ Ve farmakoterapii respirační

insuficience se uplatňují bronchodilatancia, v případě plicního edému diuretika. Profylaktické podání antibiotik je doporučováno obzvláště při aspiraci kontaminované vody. Rutinní použití kortikosteroidů doporučeno není.⁽³⁾

Při oběhové nestabilitě je nutné zhodnotit náplň cévního řečiště, přistoupit k volumoterapii, restrikci tekutin či podání diuretik a zvážit podání vazopresorů a/nebo inotropik. Při poruchách srdečního rytmu je nutné zhodnotit kvalitu oxygenace, vyloučit iontovou dysbalanci či poruchu acidobazické rovnováhy a bránit hypotermii. Ta má negativní účinky především na kardiovaskulární a respirační systém. Vyvolává bradypnoi až apnoi, bradykardii i poruchy srdečního rytmu, např. fibrilaci komor, která může být u hypotermních pacientů refrakterní na elektrickou defibrilaci. Z tohoto důvodu je nutné pokračovat v KPR do dosažení tělesné teploty alespoň 30 °C. Současně má mírná hypotermie protektivní účinek na nervový systém poškozený hypoxicko-ischemickým inzultem a rovněž je součástí terapie po fibrilační zástavě oběhu. Jinak je u pacientů po tonutí doporučováno pozvolné dosažení normotermie (maximálně o 0,5 °C/h) za použití ohřátých infuzních roztoků, vyhřívaných pokrývek, konvektivních ohřívaců, laváže močového měchýře či žaludku, inhalace teplého zvlhčeného kyslíku, eventuálně použitím mimotělního oběhu (MO) či extrakorporální

membránové oxygenace (ECMO). Důležitá je prevence hypertermie.^(1,3,4,6)

Mezi další prováděná opatření náleží zavedení nazogastriční sondy (NGS) s odsátím žaludečního obsahu, v indikovaných případech zavedení arteriálního a centrálního žilního katétru, provedení bronchoskopie s cíleným odsátím z dýchacích cest, zavedení čidla k měření nitrolebního tlaku (ICP) u kraniotraumatu, antiedémová léčba, terapie či profylaxe křečí, udržování normoglykemie, normokapnie apod.

ZÁVĚR

Tonutí v dětském věku představuje závažný úraz zatížený vysokou mortalitou. Důležitá je prevence vzniku tohoto úrazu v podobě dozoru nad dítětem, obzvláště nad neplavcem, a dále vyhýbání se rizikovému chování při pobytu ve vodě či v její blízkosti. Stejně je důležité včasné vyproštění tonoucího, bezprostřední zahájení kvalitní kardiopulmonální resuscitace a následně pokračování v tzv. neuroprotektivní intenzivní péči. Důležité je rovněž pamatovat na nutnost pokračování KPR do doby zahřátí tělesného jádra alespoň na 30 °C, eventuálně na transport pacienta na pracoviště umožňující napojení pacienta na mimotělní oběh či ECMO. |

LITERATURA

1. Ševčík P, et al. Intenzivní medicína. 3. vyd. Praha: Galén 2014.
2. Rogers MC, Helfaer MA. Handbook of pediatric intensive care. 3rd ed. Baltimore: Williams 1999.
3. Salomez F, Vincent J-L. Drowning: a review of epidemiology, pathophysiology, treatment and prevention. Resuscitation 2004; 63(3): 261–268.
4. Macintosh I, Austin S. Management of drowning in children. Paediatr Child Health 2017; 27(9): 415–419.
5. David J, Jonáš J, Koucký V. Oxygenoterapie u akutních stavů v praxi. Čes slovensk Pediatr 2022; 77(2): 91–93.
6. Mtaweh H, Kochanek PM, Carcillo JA, et al. Patterns of multiorgan dysfunction after pediatric drowning: a review of epidemiology, pathophysiology, treatment and prevention. Resuscitation 2015; 90(3): 91–96.