

dále přispívá k rozvoji periferní vazokonstrikce. Ta má za cíl redistribuci krve k životně důležitým orgánům.

Při pokusu o nádech dojde ke kontaktu vody s laryngem, dochází k podráždění senzorických nervových zakončení (*nervus vagus*) a vzniká laryngospasmus (kontrakce svalů laryngu zprostředkovaná cestou *nervus laryngeus recurrens*). Během něj může dojít k napolykání velkého množství vody do žaludku. Dále trvá apnoe, prohlubuje se hypoxie a hyperkapnie, postupně dochází k poruše vědomí. Ve většině případů dojde při progresi hypoxie k uvolnění laryngospazmu, následují hluboké terminální dechy, při nichž dochází k aspiraci vody, včetně aspirace vody napolykané společně s pevnými částicemi jak z vody, tak ze žaludečního obsahu. Aspirace vyvolá bronchospazmy, naruší vrstvu surfaktantu a způsobí tak vznik atelektáz. Zhoršuje se ventilačně-perfuzní nepoměr, snižuje se plicní compliance a zvyšuje se plicní rezistance. Tím dochází k poruše výměny plynů na alveokapilární membráně, rozvíjí se plicní edém a akutní syndrom dechové tísně (ARDS – *Acute Respiratory Distress Syndrome*). Výsledkem je hypoxie, která může zakrátko vyústit v hypoxickou zástavu srdeční činnosti. K poškození surfaktantu a alveokapilární membrány dochází nezávisle na salinitě vody. Rozdíl mezi tonutím ve sladké a slané vodě je spíše teoretický, může se snad projevit až při aspiraci enormního množství vody. Sladké vodě, hypotonické vůči krevní plazmě, je připisován hemodiluční efekt s rozvojem hyponatremie a hemolýzy. Slané vodě naopak efekt hemokoncentrační s rozvojem hypernatremie a hyperkalemie. Avšak pro klinický výsledek neexistují spolehlivá data a navíc je postup při tonutí ve sladké i slané vodě totožný (1–4, 6).

Rozsah hypoxických, ischemických a perfuzních změn, vznikajících po obnovení srdeční činnosti, je určující pro závažnost poškození mozkové tkáně a tedy i míru výsledného neurologického deficitu. Nejen hypoxie, ale i teplota tělesného jádra a rychlost jeho ochlazení určuje závažnost poškození centrální nervové soustavy (CNS). Hypotermii je připisován neuroprotektivní účinek, kdy při rychlém ochlazení tělesného jádra v ledové vodě dochází ke zpomalení metabolismu mozkové tkáně, která tak dokáže odolávat

déle trvající hypoxii, pokud tato ovšem nepředcházela vzniku hypotermie (3, 6).

Nejzávažnějším důsledkem hypoxie CNS je vznik difuzního mozkového edému, který je podkladem nitrolební hypertenze, jež může vyústit až ve smrt mozku. Nejen CNS, ale i ostatní orgánové systémy jsou vystaveny hypoxii. Výsledkem je pak různá míra multiorgánového poškození až selhání. Příkladem je vznik akutní tubulární nekrózy s projevy renální insuficience. Dále dochází k závažným stavům, které se významně podílí na zhoršení morbidity i mortality tonoucích. Patří sem vznik diseminované intravaskulární koagulopatie, která dále prohlubuje míru orgánového postižení. Rovněž se rozvíjí hemolýza a rhabdomyolýza s následnou hemoglobin- a myoglobinurií, jež přispívají k renálnímu selhání. Na zhoršení klinického výsledku má vliv i rozvoj infekce, například při aspiraci kontaminovaného obsahu (1, 2).

### Prevence tonutí

Nejlepším způsobem, jak minimalizovat, respektive eliminovat následky tonutí, je tonutí předejít. Dlouhodobý klinický výsledek u pacientů po tonutí je tím horší, čím déle tonuli, s čím delším odkladem byla zahájena neodkladná resuscitace, nebo čím déle trvalo vlastní resuscitační úsilí. Zároveň se na konečném výsledku podílí i předchozí onemocnění tonoucího. Prevence je tedy zaměřená na zabránění kontaktu s vodou (resp. s místem, kde může k tonutí dojít), trvalý dohled nad malými dětmi a neplavci v okolí vodního prostředí, plavecký výcvik, znalost rizik vodního prostředí, trénink v poskytování první pomoci, znalost rizik souběžných onemocnění při pobytu ve vodě, ale i na technické vybavení bazénů či používání záchranných pomůcek.

U nejmenších dětí dochází k tonutí v koupacích vaničkách či vanách. Důvodem bývá nepřítomnost rodiče. Byť výrobci vaniček udávají bezpečnost konstrukce ve vztahu k tonutí, je v tomto případě nejlepší prevencí vůbec dítě neopouštět.

U batolat a předškolních dětí hraje roli při tonutí jejich přirozená zvědavost a neznalost rizik. Nejčastěji tak dochází k tonutí po pádu do domácích bazénů nebo jezírek. V prevenci je důležité zabránit přístupu k nim – používat oplocení, pevná krytí, zamezit přístupu

k žebříku u vyšších nadzemních bazénů, ale třeba i odstranit z bazénu hračky, které přitahují pozornost dítěte, nebo menší bazénky a brouzdaliště vypouštět.

K tonutí ve skupině adolescentů dochází nejčastěji při tzv. rizikovém chování. Zde svou roli sehrává i abúzus alkoholu či drog. Ty se podílí na snížení úsudku, ale i změně fyzické výkonnosti – ztráta rovnováhy, orientace apod. Často je k tonutí přidruženo i jiné poranění např. po skocích do neznámé vody.

Trvalý dozor je vyžadován nad nejmenšími dětmi, neplavci, nebo u dětí s onemocněním, které riziko tonutí zvyšuje. K těmto onemocněním náleží např. epilepsie, obzvláště obtížně farmakologicky kompenzovaná. Riziko tonutí zvyšují i autismus, porucha soustředění s hyperaktivitou (ADHD), nervosvalová onemocnění s různou mírou neurologického či motorického deficitu, nebo onemocnění kardiovaskulárního systému (arytmie, syndrom dlouhého QT intervalu, Brugada syndrom apod.). Při vyšší míře rizika tonutí není důležitá jen nepřetržitá pozornost dozorující osoby, ale i její dostatečná blízkost, na dosah ruky.

K tonutí může dojít i kvůli technickým aspektům bazénů. Například nasátí vlasů či končetiny do nedostatečně chráněného odtoku může způsobit uvíznutí pod hladinou s obtížným vyproštěním. Větší bazény by tak měly obsahovat více menších odtoků, ty by měly být dostatečně kryté, bazén by měl být vybaven systémem přerušujícím vakuum v odtokové soustavě.

Součástí prevence je i přítomnost vyškolených záchránců na veřejných koupalištích, dostupnost pomůcek k vyproštění z vody a k poskytnutí první pomoci, či používání záchranných vest při plavbě apod. (3–5, 6, 8).

### První pomoc a přednemocniční péče u tonutí

Cílem první pomoci a přednemocniční péče je co nejrychleji obnovit a dále zachovat adekvátní dodávku kyslíku do organismu. Po bezpečném vyproštění tonoucího z vody je nutné bezprostřední zahájení a správné provádění kardiopulmonální resuscitace (KPR). Tu je možné zahájit iniciálními vdechy ještě ve vodě, pokud to situace dovolí (např. při dosažení mělčiny). Samotná KPR by se měla řídit aktuálně platnými doporučeními. V rámci