

# Tonutí – první pomoc a následná péče (u dospělých pacientů)

**MUDr. Jakub Jonáš, Ph.D.**

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

Tonutí patří mezi preventabilní úrazy. Jeho důsledky jsou často závažné až fatální. Pro kvalitní přežití tonoucích je důležité co nejrychlejší obnovení dodávky kyslíku do organismu. Stěžejní je proto časné zahájení kardiopulmonální resuscitace. Tento článek přináší základní přehled o příčinách a patofyziologii tonutí, zdůrazňuje časné poskytnutí první pomoci a správné provádění kardiopulmonální resuscitace, a dále poskytuje přehled důležitých aspektů intenzivní a resuscitační péče o pacienta po tonutí.

**Klíčová slova:** hypotermie, hypoxie, oxygenoterapie, umělá plicní ventilace, zástava oběhu.

## Drowning in adults: First aid and subsequent management

Drowning is one of the preventable injuries. Its consequences are often serious or even fatal. For the quality of life after drowning, it is important to restore the oxygen supply to the body as quickly as possible. Early initiation of cardiopulmonary resuscitation is therefore crucial.

This article provides a basic overview of the causes and pathophysiology of drowning, emphasizes the early provision of first aid and the correct performance of cardiopulmonary resuscitation, and also provides an overview of the important aspects of intensive and resuscitation care of the patient after drowning.

**Key words:** circulatory arrest, hypothermia, hypoxia, mechanical ventilation, oxygen therapy.

## Úvod

Tonutí je úraz, který vzniká při ponoření do kapaliny, nejčastěji vody. Dochází při něm k dušení. Asfyxie má pak za následek zástavu srdeční činnosti. O utonutí hovoříme, pokud dojde ke smrti tonutím do 24 hodin od jeho počátku (1, 2).

Jedná se celosvětově o jednu z nejčastějších traumatických příčin úmrtí, které lze předcházet. Dle WHO utone za rok zhruba 300 000 lidí celosvětově. V Česku utone zhruba 150–200 lidí ročně. Incidence se liší dle věkových skupin. Nejvyšší incidence je u dětí ve věku do čtyř let a druhého vrcholu incidence dosahuje ve věkové skupině

15–19 let. Většinou jde o chlapce či muže (3, 4, 5, 6).

Příčinou tonutí je nedostatečný dozor nad malými dětmi v blízkosti vody. U dospívajících a dospělých je pak tonutí spojeno s rizikovým chováním – užívání alkoholu a drog během pobytu ve vodě a jejím okolí, ale rovněž i skoky do neznámé vody (5, 6).

Důsledkem tonutí může být kromě utonutí i různá míra neurologického poškození. Ať už se jedná o poruchy cití a hybnosti, nebo o různý stupeň poruchy vědomí. Neurodeficit vzniká např. v důsledku míšního poranění (transverzální míšní léze) při dopadu do mělké vody, nebo dochází k

## DECLARATIONS:

### Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

### Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18<sup>th</sup> WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

### Conflict of interest:

Not applicable.

### Consent for publication:

Not applicable.

Cit. zkr: **Med. Praxi. 2025;22(1):30-34**  
<https://doi.org/10.36290/med.2025.007>  
Článek přijat redakcí: 30. 8. 2024  
Článek přijat k tisku: 30. 1. 2025

**MUDr. Jakub Jonáš, Ph.D.**  
jakub.jonas@fnmotol.cz

poškození centrálního nervového systému hypoxicko-ischemickými, a následně při obnovení oběhu ischemicko-reperfučními, mechanismy. Míra neurologického poškození je pak určující pro kvalitu života po tonutí (1, 7).

Kromě preventivních opatření, která mají zamezit vzniku tonutí, hraje v přežití a následné kvalitě života důležitou roli časné zahájení a správně prováděná první pomoc a následně i kvalitní intenzivní péče. Ta zahrnuje jak neuroprotektivní postupy, tak i postupy komplexní intenzivní péče, jelikož hypoxie vzniklá při tonutí postihuje všechny orgánové systémy.

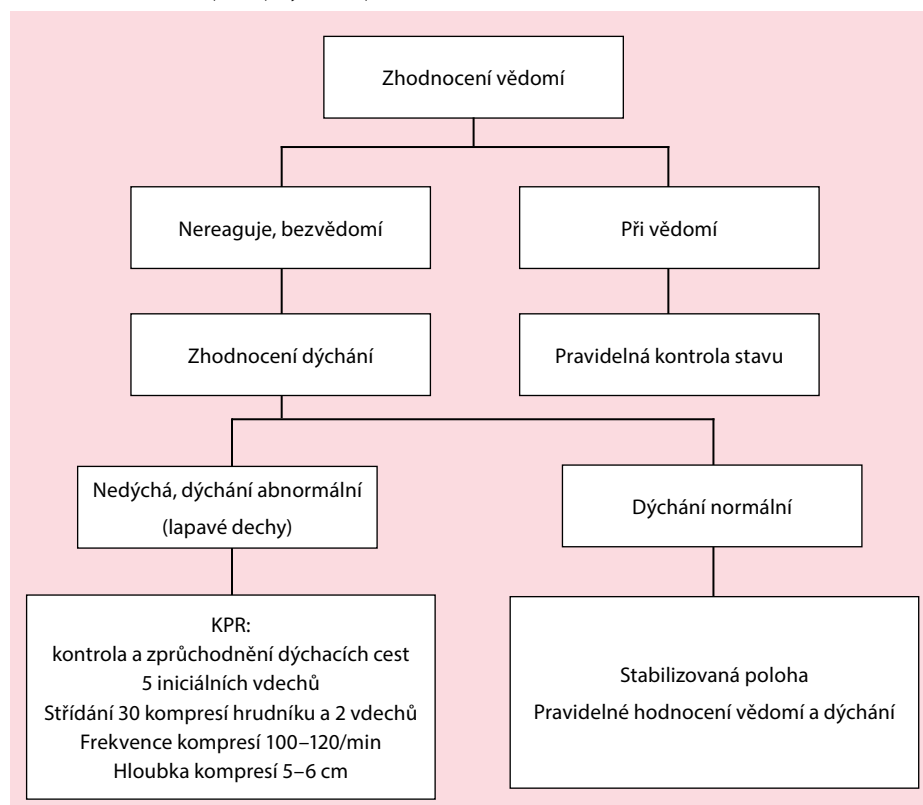
Prognóza tonutí je obecně příznivá u těch, kteří zůstávají po tonutí při vědomí. Rovněž bývá prognóza dobrá u tonoucích, u nichž při resuscitaci došlo k obnovení oběhu za méně než šest minut od tonutí. Naopak nepříznivý neurologický nálezn lze předpokládat při tonutí delším než 30 minut, nehledě na teplotu. Popisuje se minimální šance na přežití bez neurodeficitu u tonutí delším než 30 minut ve vodě teplejší než 6 °C a u tonutí delším než 90 minut při teplotě pod 6 °C. Pokud byla resuscitace zahájena pozdně, nebo pokud se přes adekvátně prováděnou rozšířenou resuscitaci nedaří obnovit spontánní srdeční činnost do 25–30 minut, lze předpokládat infaustní prognózu (2, 8).

## Příčiny a prevence tonutí

Mezi hlavní rizikové faktory spojené s tonutím patří:

- 1. Nedostatečný dozor** dospělých nad dětmi.
- 2. Nedostatečné plavecké dovednosti**, a to nejen u dětí, ale i dospělých.
- 3. Alkohol a drogy**, které snižují míru úsudku a fyzickou výkonnost (ztráta rovnováhy a orientace) anebo působí poruchu vědomí.
- 4. Komorbidita:** přidružená onemocnění mohou mít vliv na fyzickou výkonnost (např. nervosvalová onemocnění), či vedou ve vodě k poruše vědomí (např. epileptický záchvat) nebo k poruše srdečního rytmu či srdeční zástavě (např. arytmie, syndrom dlouhého QT intervalu, Brugada syndrom, infarkt myokardu).

**Schéma 1.** Základní postup vyšetření při záchraně tonoucího



**5. Pohlaví:** rizikovější chování u mužů a jejich častější pobyt u vodního prostředí (z profesních důvodů) vede ke dvoj, až trojnásobně vyšší mortalitě, než je tomu u žen.

**6. Neadekvátní zabezpečení** bazénů a vodních ploch: např. nepoužívání krytů nebo oplocení domácích bazénů, nepřítomnost krytí odtoku a nepoužívání systémů přerušujících vakuum v odtokové soustavě větších bazénů, kde hrozí nasátí a uváznutí vlasů či končetiny.

Ze znalosti rizikových faktorů pak vyplývají i možná preventivní opatření, jako např. trvalý dohled nad dětmi a neplavci v okolí vody, zabránění přístupu na místa, kde tonutí hrozí, technické zabezpečení bazénů, dostupnost záchranných pomůcek i pomůcek k vyproštění z vody a plavecký výcvik včetně tréninku v poskytnutí první pomoci (3, 5, 6, 8, 9).

## Patofyziologie tonutí

Ponoření do chladné či ledové vody vyvolá tzv. potápěčský (nebo potápěcí) reflex. Jedná se o fyziologickou obrannou reakci, která má za cíl během ponoru zabránit prů-

niku vody do dýchacích cest, snížit spotřebu kyslíku a redistribuovat krevní průtok k životně důležitým orgánům. Reflex vyvolá apnoe, bradykardii a vazokonstrikci v periferním řečišti. Je nejvýrazněji vyvinutý u dětí do věku šesti měsíců. U větších dětí a dospělých vede k bradykardii a periferní vazokonstrikci ponoření do vody s vědomým zadržením dechu. Reflex je zprostředkován trojklaným nervem, resp. jeho oftalmickou porcí, jehož senzitivní oblast zahrnuje okolí nosu a paranazálních dutin. Aferentace je vedena do mozkového kmene. Následný efekt je vyvolán pomocí sympatiku stimulací alfa-1 receptorů, čímž dojde k vazokonstrikci, a pomocí parasympatiku stimulací muskarinových M2 receptorů, což způsobí bradykardii. Míra bradykardie i vazokonstrikce je zesílena chladem.

Při nádechu pod hladinou dochází ke kontaktu vody s laryngem. Podrážděním senzorických zakončení *nervus vagus* dojde cestou *nervus laryngeus recurrens* k vyvolání laryngospasmu. Během něj může tonoucí spolykat významný objem vody.

Laryngospasmus, resp. apnoe, vede k hypoxii, hyperkapnií a poruše vědomí. Většinou při progresi hypoxie dojde k uvol-

nění laryngospasmu, po němž následují hluboké terminální dechy. Tím dochází k aspiraci vody i s pevnými částmi, které jsou v ní obsažené. Současně může dojít i k regurgitaci a aspiraci žaludečního obsahu. Pouze výjimečně laryngospasmus přetrvává do doby zástavy oběhu a do plic se pak voda dostává pouze v menším množství.

Aspirace vyvolá jednak bronchospasmy, jednak narušuje vrstvu surfaktantu a působí vznik atelektáz. Zhoršuje se plicní compliance, roste plicní rezistence, zvyšuje se míra plicních zkratů, dochází k narušení ventilačně-perfuzního poměru a vzniká plicní edém. To vede k poruše výměny plynů na alveokapilární membráně. Rozvíjí se akutní syndrom dechové tísně (ARDS – *Acute Respiratory Distress Syndrome*). Hypoxie může následně způsobit hypoxickou srdeční zástavu. Kromě toho hypoxie, resp. ischemie, působí multiorgánové poškození.

Rozsah hypoxických, ischemických a (po obnovení srdeční činnosti) reperfuzních změn určuje závažnost multiorgánového poškození, včetně poškození centrálního nervového systému, a následného klinického výsledku.

Při tonutí je důležitým parametrem teplota okolního prostředí a teplota tělesného jádra, resp. rychlost jejího poklesu. Při rychlém podchlazení, než se dostaví hypoxie, má hypotermie neuroprotektivní účinek – zpomalení metabolismu mozkové tkáně umožňuje neuronům odolávat hypoxii delší dobu.

Salinita vody nehraje při tonutí v reálném prostředí podstatnou roli. Tonutí ve sladké a slané vodě shodně vede k hypoxii, až hypoxické zástavě oběhu. Rozdíly by se mohly projevit až s aspirací nebo napolykáním extrémního množství vody, či při vysokých koncentracích solí (1, 2, 5, 8).

### Klinické důsledky tonutí

- **Centrální nervový systém (CNS):** Nejzávažnějším důsledkem hypoxie CNS je rozvoj difuzního mozkového edému. Ten při progresi vede k syndromu nitrolební hypertenze a může vést ke smrti mozku.
- **Plice:** Vznik ARDS s dalším prohloubením hypoxie vede k progresi multiorgánového selhání.
- **Kardiovaskulární systém:** Při potápěčském reflexu dochází k bradykardii a vzni-

ká vazokonstrikce s poruchou perfuze na periferii. Při anaerobním metabolismu dochází ke vzniku laktátové acidózy a následně i k buněčnému poškození. Hypoxie a acidóza mohou vést k poruchám srdečního rytmu a k zástavě oběhu.

- **Ledviny:** Hypoxie vede ke vzniku akutní tubulární nekrózy s projevy renálního selhání.
- **Koagulační systém:** Hypoxie rovněž poškozuje endotel cév, dochází na něm ke zvýšené expresi tkáňového faktoru, aktivaci koagulační kaskády a vzniku disseminované intravaskulární koagulace. Nejprve se tvoří mikrotromby, které vedou k poklesu tkáňové perfuze a následně při vyčerpání koagulačních faktorů a trombocytů dochází ke krvácení.
- **Ostatní:** Současně dochází např. k hemolýze a rhabdomyolýze (uvolněný hemoglobin a myoglobin poškozuji ledviny a prohlubují renální selhání), při aspiraci kontaminovaného obsahu může dojít k rozvoji pneumonie a následně sepse. Vše přispívá ke vzniku multiorgánové dysfunkce, až selhání, a může vést k úmrtí (1, 7).

### První pomoc

Cílem první pomoci je co nejrychlejší (a při tom bezpečné) vyproštění tonoucího z vody a eventuálně následné zahájení kardiopulmonální resuscitace (KPR) vedoucí k obnovení dodávky kyslíku do organismu. Zahájení KPR ve vodě je možné v případě profesionálního zachránce, pokud nelze tonoucího z vody vyprostit časné.

Po vyproštění je nutné zhodnocení stavu vědomí a dýchání. Postup je znázorněn na schématu 1. Provádění KPR by mělo trvat do doby příjezdu záchranné služby nebo do obnovy dýchání a oběhu a mělo by se řídit aktuálními doporučenými postupy.

Oproti KPR za jiných okolností je u tonutí kladen důraz na provádění ventilace. Pokud je k dispozici automatizovaný externí defibrilátor (AED), je doporučeno jeho časné použití.

Současně je nutné bránit tepelným ztrátám, pátrat po přidružených poraněních, eventuálně i známkách cizího zavinění (2, 10).

### Přednemocniční péče

Cílem přednemocniční péče je pokračování v eventuálně prováděné KPR a udržení adekvátní dodávky kyslíku do organismu.

Pokud je tonoucí při vědomí, oběhově stabilní a bez známek dušnosti, postačující je oxygenoterapie a transport do nejbližšího zdravotnického zařízení s možností intenzivní péče.

K zajištění dostatečné oxygenace je aplikován kyslík maskou, či maskou s rezervoárem. Cílové jsou hodnoty periferní saturace kyslíkem ( $S_pO_2$ ) 94–98 %. Pokud nelze  $S_pO_2$  měřit, lze použít maximální možný průtok 100% kyslíku.

Pokud u tonoucího probíhá KPR, jeví poruchu vědomí s hodnotami *Glasgow Coma Scale* (GCS) < 8 bodů, nebo jeví známky respiračního selhání (zástava dechu, výrazná dušnost, selhání oxygenoterapie s hypoxií), je indikováno zajištění dýchacích cest tracheální intubací a zahájení umělé plicní ventilace (UPV). Při UPV je vhodné použití pozitivního přetlaku na konci expirace (PEEP – *Positive End-Expiratory Pressure*) a adekvátní inspirační frakce kyslíku. Ta má být 100 % v případě probíhající KPR a titrována při spontánním oběhu k dosažení hodnot  $S_pO_2$  94–98 %. Zajištění dýchacích cest tracheální intubací dovolí odsávání aspirovaného obsahu z plic.

Při oběhově nestabilitě, hypotenzi, je indikována volumoterapie balancovanými krystaloidními roztoky, či použití vazopresorické podpory (např. noradrenalin).

Pacient má být transportován do zařízení poskytující intenzivní a resuscitační péči. Během transportu je nutné předcházet tepelným ztrátám a při podezření na poranění páteře zabezpečit její imobilizaci (2, 10).

### Nemocniční péče

Stabilní pacient, který je při vědomí, oběhově i ventilačně stabilní, může být po čtyř až šestihodinové observaci propuštěn do domácí péče. Nesmí při tom vykazovat známky dušnosti,  $S_pO_2$  by měla dosahovat při dýchání okolního vzduchu alespoň 94 %, dýchání by mělo být poslechově čisté, bez fenoménů doprovázejících aspiraci či plicní edém. Dále by měl pacient být normotermní, plně při vědomí, orientovaný, se zachovalými normálními motorickými funkcemi. Měl by být

poučen, aby se při rozvoji jakýchkoli příznaků co nejdříve dostavil k lékařskému vyšetření.

V ostatních případech je nutné pacienta hospitalizovat na lůžku standardní, intenzivní či resuscitační péče, dle závažnosti zdravotního stavu.

### a) Vyšetření

Samozřejmostí je fyzikální vyšetření s posouzením stavu vědomí a funkce oběhového a dýchacího systému. Dle závažnosti je prováděna intermitentní nebo kontinuální, neinvazivní nebo invazivní monitorace vitálních funkcí. Rovněž tíže stavu a nálezy při fyzikálním vyšetření určují, která z laboratorních a zobrazovacích vyšetření budou provedena:

- kontinuální záznam elektrokardiografie (EKG),
- kontinuální měření pulzní oxymetrie ( $S_pO_2$ ),
- měření krevního tlaku neinvazivní, nebo při oběhové nestabilitě s nutností vazopresorické či inotropní podpory měření invazivní,
- vyšetření krevních plynů a acidobazické rovnováhy,
- vyšetření krevního séra (mineralogram, osmolalita, glykemie, laktát, jaterní a renální parametry, myoglobin, volný hemoglobin, troponin I),
- vyšetření moče (chemicky, sediment, myoglobin, hemoglobin),
- vyšetření krevního obrazu a koagulací,
- toxikologické vyšetření,
- rentgenový snímek hrudníku k posouzení plicního postižení,
- výpočetní tomografie k posouzení traumatických změn a edému mozku,
- ultrazvukové vyšetření břicha, hrudníku a srdce.

### b) Terapie respiračního selhání

U méně závažných forem respiračního selhání je možné využít některou z forem oxygenoterapie. K dispozici jsou systémy nízkoprůtokové (maska otevřená či s rezervoárem) a vysokoprůtokové (HFNC – *High-Flow Nasal Cannula*, nosní kanyla s vysokým průtokem).

Při progresi respiračního selhání je nutná UPV. U pacientů bez poruchy vědomí s méně závažnou formou respiračního selhání může

být použita neinvazivní přetlaková ventilace. Nicméně při hypoxemii ( $S_pO_2 < 90\%$ ,  $p_aO_2 < 8$  kPa), hyperkapnií ( $p_aCO_2 > 8$  kPa), poruše vědomí (GCS  $< 8$  bodů) anebo významné oběhové nestabilitě, je nutné zajištění dýchacích cest tracheální intubací a zahájení UPV v protektivním režimu (dechový objem 6 ml/kg, plateau tlaky  $< 30$  cmH<sub>2</sub>O).

Pokud přes zavedenou UPV přetrvává hypoxie anebo hyperkapnie, či režim UPV nesplňuje podmínky protektivního režimu (např. neadekvátně vysoký plateau tlak při optimalizovaných parametrech UPV), je možné v terapii použít inhalační oxid dusnatý, využít pronační polohu, nebo lze zvážit zahájení mimotělní membránové oxygenace (ECMO – *ExtraCorporeal Membrane Oxygenation*).

### c) Terapie oběhového selhání

Po zhodnocení cévní náplně a srdeční funkce je možné v terapii oběhového selhání použít tekutinovou terapii (při známkách hypovolemie), restrikcii tekutin či diuretika (při známkách hypervolemie), vazopresorickou podporu (při hypotenzii přes adekvátní doplnění objemu) nebo inotropní podporu (při známkách nízké kontraktility a srdečního výdeje). Při vzniku arytmií je potřeba zhodnotit kvalitu oxygenace, vyloučit poruchu acidobazické rovnováhy či iontovou dysbalanci a závažnou hypotermii.

Hypotermie může být příčinou přetrvávající fibrilace komor, která nereaguje na elektroimpulzoterapii. Z tohoto důvodu musí být v KPR pokračováno do dosažení teploty tělesného jádra nad 30–32 °C. Teplota může být zvýšena např. ohřátými infuzními roztoky, vyhřívávacími pokrývkami, konvektivními ohříváči, nebo v případě přetrvávající významné hypotermie pomocí mimotělního oběhu nebo ECMO.

U oběhového selhání nereagujícího na konvenční terapii je opět možné zvážit zahájení ECMO.

### d) Neuroprotektivní režim

Cílem neuroprotektivního režimu je snížit metabolické nároky mozkové tkáně a předcházet rozvoji mozkového edému či mírnit jeho projevy. Mezi prováděná opatření náleží zejména hluboká analgosedace a umělá plicní ventilace, osmotická terapie

(mannitol, koncentrovaný roztok chloridu sodného), antikonvulziva (u manifestních křečí nebo při epileptické aktivitě dle elektroencefalogramu), udržování normoglykemie a řízená normotermie (u pacientů po fibrilační zástavě oběhu i hypotermie 33–36 °C po dobu 24 hodin).

### e) Další opatření

K dalším opatřením v rámci poresuscitační péče náleží např. tromboprofylaxe, prevence stresového vředu a adekvátní nutrice.

Prevalence rozvoje pneumonie asociované s tonutím je zhruba 39 %. Na jejím vzniku se podílí převážně gramnegativní bakterie. Antibiotická terapie by však měla být použita pouze v případě přítomnosti známek infekce (horečka, elevace zánětlivých parametrů, infiltráty na snímku plic), ideálně cílená dle mikrobiologických nálezů. Pokud se jedná o předpokládanou aspiraci a/nebo jsou klinická a zobrazovací vyšetření bez patologických nálezů, nejsou antibiotika indikována. Volba antibiotik rovněž závisí na charakteru aspirované tekutiny. Pravděpodobnost rozvoje infekce dýchacích cest a plic roste s mírou kontaminace tekutiny. Po tonutí v čisté upravované vodě (např. bazény), je riziko pneumonie nízké a antibiotická terapie většinou nebývá potřeba. Naopak po tonutí v silně kontaminovaném prostředí (např. fekální jímka), je vhodné empirické podání antibiotik, např. piperacilinu a tazobactamu či cefalosporinů čtvrté generace. Důležité je získání vzorků aspirátu k mikrobiologickému vyšetření, vč. zhodnocení rezistence vůči antibiotikům (1, 2, 5, 7, 11, 12).

### Závěr

Tonutí představuje závažný úraz, který je zatížen významnou morbiditou a mortalitou. Determinantou kvality života po tonutí je míra hypoxického poškození centrální nervové soustavy. Z těchto důvodů je nutná prevence tonutí, časná záchrana v podobě vyproštění tonoucího z vody a bezprostředního zahájení kvalitně prováděné kardiopulmonální resuscitace. Následná resuscitační péče má za cíl minimalizovat následky proběhlé hypoxie, a to především v podobě prevence či terapie edému mozku.

## LITERATURA

1. Ševčík P, et al. Intenzivní medicína. 3. vyd. Praha: Galén; 2014.
2. Davis CA, Schmidt AC, Semsrott JR, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Treatment and Prevention of Drowning: 2024 Update. Wilderness Environ Med. 2024 Mar;35(1\_suppl):94S-111S.
3. World Health Organization. Drowning. [Internet] 2024. [cited 20. 08. 2024]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drowning>.
4. Zemřelí podle seznamu příčin smrti, pohlaví a věku v ČR, krajích a okresech. Bezpečné dětství. [Internet] 2022. [cited 20. 08. 2024]. Available from: <https://www.bezpecnedetstvi.cz/wp-content/uploads/2023/11/Statistika-2011-2022-Celkem-Mu%C5%BEi-%C5%BDeny.pdf>.
5. Salomez F, Vincent J-L. Drowning: a review of epidemiology, pathophysiology, treatment and prevention. Resuscitation 2004;63(3):261-268.
6. Quan L, Cummings P. Characteristics of drowning by different age groups. Inj Prev. 2003 Jun;9(2):163-8.
7. Schilling UM, Bortolin M. Drowning. Minerva Anestesiol. 2012 Jan;78(1):69-77.
8. Mott TF, Latimer KM. Prevention and Treatment of Drowning. Am Fam Physician. 2016 Apr 1;93(7):576-82.
9. Denny SA, Quan L, Gilchrist J, et al. Prevention of Drowning. Pediatrics. 2021;148(2):e2021052227.
10. Lott C, Truhlář A, Alfonzo A, et al. ERC Special Circumstances Writing Group Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. Resuscitation. 2021 Apr;161:152-219.
11. David J, Jonáš J, Koucký V. Oxygenoterapie u akutních stavů v praxi. Čes slov Pediatr. 2022;77(2):9193.
12. Cousin VL, Pittet LF. Microbiological features of drowning-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. Ann Intensive Care. 2024 Apr 20;14(1):61. doi: 10.1186/s13613-024-01287-1.