

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Sabina Zálešáková

**Náhlá zástava oběhu u pediatrických pacientů
v přednemocniční neodkladné péči**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PhDr. Tomáš Bortl, DiS.

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala zcela samostatně a použila jsem pouze bibliografické a elektronické zdroje, které jsou uvedeny v referenčním seznamu tohoto dokumentu.

V Olomouci dne 1. 11. 2023

Sabina Zálešáková

Děkuji vedoucímu práce, PhDr. Tomáši Bortlovi, DiS., za odborné vedení a poskytování cenných rad v průběhu realizace této bakalářské práce.

Anotace

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Náhlá zástava oběhu v pediatrii

Název práce: Náhlá zástava oběhu u pediatrických pacientů v přednemocniční neodkladné péči

Název práce v AJ: Out-of-hospital cardiac arrest in pediatric patients

Datum zadání práce: 16. 11. 2023

Datum odevzdání práce: 22. 4. 2024

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Autor: Sabina Zálešáková

Vedoucí práce: PhDr. Tomáš Bortl, DiS.

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Tato přehledová bakalářská práce se zabývá problematikou přežití pediatrické populace při přednemocniční zástavě oběhu. Jako zdroje informací byly použity tyto databáze: EBSCO, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect a SCOPUS. Hlavním cílem práce je představit faktory, které souvisí s mírou přežití u dětí při náhlé zástavě oběhu v přednemocniční neodkladné péči, dále je tato práce zaměřena na současné trendy v oblasti jak základní, tak rozšířené kardiopulmonální resuscitace pediatrických pacientů.

Abstrakt v AJ: This work focuses on pediatric survival rate in out-of-hospital cardiac arrest. The findings were extracted and summed up from following databases: EBSCO, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect and SCOPUS. The main aim of this thesis is to present the factors related to survival rate in out-of-hospital pediatric cardiac arrest, on top of it, this work also presents current trends in both pediatric basic and advanced life support.

Klíčová slova v ČJ: míra přežití, KPR, pediatrie, náhlá zástava oběhu, přednemocniční neodkladná péče, faktory, zdravotnické záchranářství, trendy, AED, TANR, eCPR

Klíčová slova v AJ: survival rate, CPR, pediatric, OHCA, factors, outcomes, paramedic, AED, trends, dispatcher-assisted CPR, eCPR

Rozsah práce: 35 stran

Obsah

Úvod	6
1 Popis rešeršní činnosti	8
2 Přehled publikovaných zdrojů o náhlé zástavě oběhu v pediatrii	10
2.1 Faktory ovlivňující přežití pediatrických pacientů po OHCA.....	11
2.2 Trendy v kardiopulmonální resuscitaci pediatrických pacientů	20
2.3 Význam a limitace dohledaných zdrojů	26
Závěr	27
Referenční seznam.....	29
Seznam zkratk.....	35

Úvod

Náhlá zástava oběhu u dětí je poměrně vzácná, ale často velmi napjatá a psychicky náročná situace, která je spojena s vysokou mortalitou. Celkem je zastoupena asi ve dvou procentech všech srdečních zástav v přednemocniční fázi péče. Vzhledem k tomu, že se selhání oběhu v pediatrii liší svou etiologií od srdečního selhání v dospělé populaci, jsou také rozdílné i doporučené postupy pro resuscitaci těchto pacientů. V podmínkách České republiky podléhá základní i rozšířená resuscitace doporučeným postupům Evropské resuscitační rady, jejich implementaci dále zajišťuje Česká resuscitační rada. Tyto postupy se na základě nových poznatků o dané problematice každých 5 let aktualizují, v současné chvíli byly nejnovější doporučené postupy vydány v roce 2021 (Mixa, 2021).

Nejčastější příčiny náhlé zástavy oběhu u dětí mají jednoznačně nekardiální původ, kdy převažuje selhání v důsledku poruch respiračního systému, podstatnou část dané problematiky tvoří syndrom náhlého úmrtí kojence, zástava oběhu v důsledku traumat a tonutí (Murasaka et al., 2023). Co se týká primárních kardiálních příčin zástavy oběhu, objevují se u pediatrické populace spíše raritně a nejvíce ohrožují děti s vrozenými vývojovými vadami srdce nebo může být selhání oběhu vyvoláno také iatrogenně (Šeblová, 2018).

V celosvětovém měřítku přežívá srdeční zástavu méně než dvanáct procent dětí, a i když dosáhnou plného návratu spontánního oběhu a dožijí se propuštění z nemocnice, často je jejich následující kvalita života ovlivněna nepříznivě neurologickým deficitem (Tham et al., 2022). Evropská resuscitační rada uvádí, že méně než polovina přeživších dětí má i příznivý výsledný neurologický statut (Van de Voorde et al., 2021).

V závislosti na výše popsanych skutečnostech si lze položit následující otázky: Co ovlivňuje přežití pediatrické populace při mimonemocniční zástavě? Jakými způsoby lze zkvalitnit přístup k těmto pacientům v podmínkách přednemocniční neodkladné péče?

Hlavním cílem této bakalářské práce je tedy sumarizovat aktuální publikované a dohledané poznatky o faktorech, které souvisí s přežitím dětí při přednemocniční zástavě oběhu. Tato myšlenka je dále rozšířena o dva dílčí cíle:

1. Předložit aktuální publikované dohledané poznatky, týkající se současných trendů základní kardiopulmonální resuscitace dětí.
2. Předložit aktuální publikované dohledané poznatky, týkající se současných trendů rozšířené kardiopulmonální resuscitace dětí v přednemocniční neodkladné péči.

Seznam vstupní literatury:

Haluzíková, J. (2023). *Základy první pomoci a přednemocniční péče pro nelékařské obory*. Grada Publishing.

Klíma, J. (2016). *Pediatric pro nelékařské zdravotnické obory*. Grada Publishing.

Mixa, V., Heinige, P., & Vobruba, V. (2021). *Dětská přednemocniční a urgentní péče* (Druhé, přepracované a doplněné vydání). Grada Publishing.

Šeblová, J., & Knor, J. (2018). *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře* (2., doplněné a aktualizované vydání). Grada Publishing.

Truhlář, A., Černá Pařízková, R., Dizon, J. M. L., Drábková, J., & Franěk, O. (2021). *Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2021: Souhrn doporučení* (32 Suppl A.). Anesteziologie a intenzivní medicína.

1 Popis rešeršní činnosti

VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA:

Klíčová slova v ČJ: míra přežití, náhlá zástava oběhu, pediatrie, přednemocniční péče, faktory, KPR, zdravotnické záchranářství, trendy, AED, TANR, eCPR

Klíčová slova v AJ: survival rate, CPR, pediatric, OHCA, factors, outcomes, paramedic, trends, AED, dispatcher-assisted CPR, eCPR

Jazyk: český, anglický

Vyhledávací období: 2018-2023

Další kritéria: dostupnost plných textů, recenzovaná periodika



DATABÁZE:

EBSCO, Google Scholar, PubMed, SCOPUS, ScienceDirect



Nalezeno celkem 326 zahraničních článků



Vyřazující kritéria

Duplicitní články

Články neodpovídající tématu

Absolventské práce

Články nedostupné v plném textu



SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ

EBSCO: 2

Google Scholar: 2

PubMed: 15

SCOPUS: 7

Science of Direct: 9



SUMARIZACE DOHLEDANÝCH PERIODIK

Circulation: 1 článek

European Heart Journal: 1 článek

Frontiers in Pediatrics: 1 článek

Frontiers in Medicine: 1 článek

Injury: 1 článek

JACC: 1 článek

JAMA Network Open: 2 články

JMIR mHealth and uHealth: 1 článek

Journal of American Collage of Cardiology: 1 článek

Journal of clinical Medicine: 1 článek

Pediatrics: 1 článek

Pediatric Emergency Care: 1 článek

Pediatric Critical Care Medicine: 1 článek

Perfusion: 1 článek

Resuscitation: 12 článků

Resuscitation Plus: 5 článků

Scientific Reports: 1 článek

The American Journal of Emergency Medicine: 2 články



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito 35 dohledaných článků

Pro zhotovení bakalářské práce byly dále použity 2 knižní zdroje, 1 článek z odborného symposia a 3 doporučené postupy Evropské resuscitační rady z roku 2021. Všechny zdroje jsou uvedeny v referenčním seznamu tohoto dokumentu.

2 Přehled publikovaných zdrojů o náhlé zástavě oběhu v pediatrii

Pediatrická přednemocniční zástava oběhu je poměrně vzácná, nicméně má často nepříznivou prognózu (Van de Voorde et al., 2021). Pediatričtí pacienti jsou mnohem náchylnější k náhlé zástavě oběhu z důvodu primárního selhání respirační funkce organismu, zatímco dospělí pacienti mají nejčastěji primárně kardiální problém. Z těchto důvodů Evropská resuscitační rada v doporučených postupech zdůrazňuje, že ventilace je stejně důležitá jako stlačování hrudníku při základní kardiopulmonální resuscitaci dětí do pubertálního věku. (Murasaka et al., 2023). Udává se, že v případě trénovaného zachránce by se mělo střídát stlačování hrudníku a ventilace v poměru 15:2. Kvalita komprese a omezení doby bez stlačování hrudníku jsou prezentovány jako zásadní (Van de Vorde et al., 2021). Mimo tato tvrzení byla v periodiku Resuscitation v roce 2021 publikována studie, která poskytuje důkazy o tom, že časné zahájení KPR, včasná defibrilace a kvalitní péče po ROSC, které jsou klíčové v řetězci přežití u dospělých pacientů, jsou také důležité pro zvýšení počtu přeživších OHCA v pediatrii (Seaman, 2021). Důkazy o managementu léčby náhlé zástavy oběhu u pediatrických pacientů jsou přitom doposud stále nedostatečné a doporučené postupy pro tyto situace často vycházejí z dat pro dospělou populaci (Le Bastard et al., 2021).

Při rozšířené kardiopulmonální resuscitaci dětí je v současné době kladen důraz na algoritmus Pediatric Advanced Life Support (PALS), který je doporučený pro děti do 18 let věku. Podle něj by odborník měl myslet v první řadě na svoji bezpečnost. Až po této kontrole následuje rozpoznání srdeční zástavy a v případě pozitivního nálezu je zahájena KPR pěti umělými vdechy. Pro ventilaci je metodou první volby použití samorozpínacího vaku se 100 % kyslíkem. Dále by pacient měl být napojen na monitor, kdy přichází čas na zhodnocení srdečního rytmu. Po této kontrole se algoritmus dělí na dvě větve podle toho, zda je rytmus defibrilovatelný či nedefibrilovatelný. V případě přítomnosti fibrilace komor nebo bezpulzové komorové tachykardie se přistupuje k podání defibrilačního výboje. Doporučená energie pro jeden výboj je 4 J/kg. Poté se další dvě minuty pokračuje v KPR. Po podání třetího výboje lze přikročit k farmakologické léčbě, kdy je podáván amiodaron a adrenalin intravenózní či intraoseální cestou. V případě přítomnosti nedefibrilovatelného rytmu se co nejdříve přechází na podání adrenalinu, dále se pokračuje v KPR v poměru 15 stlačení na 2 vdechy. Adrenalin by měl být znovu podán po 3–5 minutách. Resuscitace trvá do vzniku ROSC nebo může být na základě určitých kritérií ukončena. Během rozšířené resuscitace by měl zachránce myslet na reverzibilní příčiny zástavy oběhu a postup situaci přizpůsobit (Van de Voorde et al., 2021).

Pro novorozence, kterým je diagnostikována zástava oběhu ihned po porodu, platí odlišný algoritmus resuscitace (Madar et al., 2021).

Americká studie z roku 2023 s názvem Comparison of Resuscitation Quality in Simulated Pediatric and Adult Out-of-Hospital Cardiac Arrest se zabývala porovnáním kvality KPR u dětských a dospělých pacientů v PNP. Výsledky této simulační studie ukázaly, že poskytování rozšířené resuscitace v péči o pediatrické pacienty je méně kvalitní v porovnání s resuscitací dospělých pacientů. Při záchraně dětí bylo častěji dopouštěno chyb. Specifické úkony zabraly mnohem více času a situace byly pro odborníky psychicky náročnější. Dále tato studie naznačuje, že vysoká míra psychické zátěže je potencionálně hlavní příčinou chybovosti při resuscitaci pediatrických pacientů. Tento vliv může být dokonce nadřazen znalosti algoritmu KPR či týmové sebranosti (Hansen et al., 2023). Akutní stres ve zdravotnickém záchranářství je například spojen s negativním vlivem na provádění výpočtů dávek léků pro dětské pacienty. Časopis JMIR mHealth uHealth v roce 2021 publikoval studii, ve které na základě simulace autoři dospěli k závěru, že by mobilní aplikace mohla pomoci bezpečně připravit potřebná farmaka, zredukovat chybovost a psychickou zátěž zdravotnických záchranářů v urgentních situacích jako je OHCA v pediatrii (Lacour et al., 2021). Pro snížení stresu a chybovosti zdravotnických záchranářů existují také papírové pásky, které se přiloží k dítěti a podle jeho délky a váhy jsou v příslušném barevném poli zobrazeny potřebné informace. Ty se týkají dávkování určitých léků, velikostí pomůcek a fyziologických hodnot pro daného jedince. S dětským protokolem v podmínkách České republiky přišla Zdravotnická záchraná služba hlavního města Prahy, která doporučuje rutinní využívání této pomůcky (Veselá K. et al. 2017).

2.1 Faktory ovlivňující přežití pediatrických pacientů při OHCA

Dlouhodobé přežití u dětí při přednemocniční náhlé zástavě oběhu se pohybuje mezi pěti až deseti procenty. Pouze zlomek přeživších má příznivý výsledný neurologický statut (Van de Voorde et al., 2021). K posouzení neurologického statutu dětí většina studií používá hodnotící škálu „Pediatric Cerebral Performance Category“ – PCPC. Tento skórovací systém hodnotí míru neurologického deficitu v rozpětí 1–6, kdy skóre 1 a 2 představují výsledek úplně bez deficitu nebo s mírným deficitem. Hodnota 6 reprezentuje smrt mozku (Hickson et al., 2023).

Téměř polovina náhlých zástav oběhu v pediatrii má příčinu v selhání respiračního systému, 20–30 % selhání vzniká v důsledku syndromu náhlého úmrtí kojence (SIDS) a neméně často je zastoupena také traumatická zástava oběhu (Van de Voorde et al., 2021). Podle

japonské studie z roku 2021, která sbírala data pro svůj výzkum mezi lety 2005–2017, míra přežití a neurologicky příznivý výsledek za poslední léta narostly u netraumatického původu mimonemocniční zástavy oběhu pediatrických pacientů. U traumatických příčin zástavy oběhu se pozitivní vývoj nepotvrdil (Goto et al., 2021a). Právě výsledky při přednemocniční traumatické zástavě oběhu v pediatrii se zabývala studie ze Spojených států s názvem Pre-hospital CPR after traumatic arrest. Autoři zde všeobecně konstatovali, že míra přežití dětí po traumatickém selhání je velmi nízká. V jejich retrospektivním review byla zástava způsobena nejčastěji při nehodě motorového vozidla, sražení dítěte jako chodce, popálení a postřelení. Do studie byli zahrnuti také pediatričtí pacienti, kteří prodělali NZO v důsledku tonutí. Z výsledků vyplývá, že děti, které dosáhly ROSC ještě v přednemocniční fázi péče, měly vyšší šanci na přežití do propuštění z nemocnice. Žádné dítě, které bylo převezeno do nemocnice za kontinuální resuscitace do propuštění z nemocnice nepřežilo. Je však nutné podotknout, že studie zahrnovala pouze 48 zkoumaných traumatických mimonemocničních zástav oběhu v pediatrii (Stewart et al., 2023).

Pokud je zohledněn nezávislý faktor – věk dítěte, nejméně přežívají kojenci. Podle studie Evropské resuscitační rady z roku 2021, která se zabývala epidemiologií srdečních zástav v Evropě, přežilo pouze 5,1 % kojenců s přednemocniční NZO. Děti ve věku do 4 let měly asi dvojnásobně vyšší šance na přežití. 7,4 % dětí do dvanácti let věku přežilo OHCA. Míra přežití u starších dětí byla příznivější. U adolescentů byla zastoupena v 12,6 %. V této studii je za adolescenta považován jedinec ve věku 12–21 let. Údaje byly převzaty ze Švédského registru v rozmezí 1990–2012. Data dokazují, že míra přežití OHCA v pediatrii s časem stoupá (Gräsner et al., 2021). Panasijská retrospektivní studie z roku 2018, která se zabývala epidemiologií pediatrických mimonemocničních zástav oběhu, prezentuje k porovnání tyto výsledky: míra přežití NZO u kojenců byla ve výzkumu nejnižší, u dětí ve věku 1–5 let 9,8 % a u pacientů do 12 let se shodovala s výsledky z předešlé studie. Adolescenti ve věku mezi 13 a 17 lety měli opět nejvyšší míru přežití. Do studie bylo zahrnuto celkem 974 pacientů s přednemocniční náhlou zástavou oběhu ve věku maximálně sedmnácti let (Tham et al., 2018).

Klíčovou roli v míře přežití hraje brzké zahájení KPR svědkem události. I přesto je bezprostředně po srdečním selhání zahájena základní KPR asi v jedné třetině případů OHCA v pediatrii (Zhang et al., 2019). Jestliže je svědkem zástavy oběhu tým zdravotnické záchranné služby, míra přežití dětského pacienta je značně vyšší a pohybuje se v rozmezí mezi 14,9 a 22,2 % v závislosti na věku postiženého dítěte (Gräsner et al., 2021). Nicméně taková svědectví tvoří pouze zlomek případů. Úplně nejčastěji NZO dětí probíhá nepozorovaně, bez přítomnosti druhé osoby v okamžiku události. Podstatná část připadá na svědectví náhodnými

kolemjducími, rodinnými příslušníky a jinými poskytovateli zdravotních služeb. Přítomnost svědka, který je schopný reagovat na situaci, představuje další z nezávislých faktorů pozitivně ovlivňujících výsledky pediatrického pacienta při přednemocniční NZO v souvislosti s mírou přežití do propuštění z nemocnice (Tham et al., 2018). Časopis Scientific Reports v roce 2019 publikoval článek z Taiwanu, který zkoumal charakteristiky související s výsledky při OHCA v pediatrii. Ve výsledcích na rozdíl od předchozí studie autoři uvádí, že KPR zahájena svědkem vede k častějšímu ROSC, ale nemá významný vliv na míru přežití do propuštění z nemocnice. Jako odůvodnění tohoto tvrzení autoři uvádí fakt, že tato míra přežití závisí na velké škále dalších faktorů, například na čase do obnovy oběhu po zástavě či dalším průběhu po ROSC, a nelze tak jednoduše vyselektovat pouze jeden faktor (Lee et al., 2019b).

Resuscitační rady pro OHCA u pediatrických pacientů důrazně doporučují zahájení KPR kolemjducím. Zprávy o míře této KPR a jejímu vztahu ke spontánnímu návratu oběhu a výsledkům přežití jsou však omezené. Retrospektivní analýza z roku 2022, zkoumala případy OHCA u pediatrické populace v Anglii. U téměř 70 % všech OHCA, které byly zařazeny do této studie, byla zahájena KPR kolemjducím. Zahájení laické KPR vedlo častěji k ROSC, ačkoliv míra přežití do propuštění z nemocnice byla podobná mezi oběma skupinami jak se zahájením základní KPR, tak bez ní. I přes to výsledky zdůrazňují důležitost edukace široké veřejnosti k poskytnutí BLS. Kromě vlivu zahájení základní KPR studie uvedla další faktory, které souvisely s ROSC a mírou přežití. Laická KPR, věk dítěte, přítomnost svědka na místě události, defibrilovatelný rytmus, asfyxie jako příčina zástavy oběhu a denní doba, ovlivňovaly vznik návratu spontánní cirkulace. Přežití do propuštění z nemocnice souviselo s přítomností svědka, defibrilovatelným rytmem, asfyxií a s ročním obdobím, kdy léto se zdálo být v míře přežití nejpříznivější (Albargi et al., 2022).

V roce 2019 byla publikována studie s názvem Chest-compression-only versus conventional cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children with out-of-hospital cardiac arrest. Podle autorů tohoto článku některé výzkumy nasvědčují tomu, že by se u základní KPR pediatrických pacientů nemělo opouštět od dýchání z úst do úst vzhledem k častému selhání oběhu respirační etiologie. Tuto teorii potvrzují například studie autorů Roberta W. Hickeyho et al. (1995) a YS Ro et al. (2016), kteří se zabývali výsledky při přednemocniční náhlé zástavě oběhu u dětí. Jiná, novější studie však ukázala, že tato KPR s ventilací nemá zcela jednoznačné výsledky a významný vliv na míru přežití, který by byl platný pro všechny situace OHCA v pediatrii. Kromě míry přežití dále přichází v potaz také ovlivnění neurologického statutu dítěte v případě, že se jej podaří přivést opět k životu. Konkrétně meta-analýza z roku 2019 autorů XiaoMing Zhanga a kol. (2019), potvrdila lepší

výsledky KPR s ventilací, pokud se jednalo primárně o selhání oběhu nekardiálního původu. V situacích, kdy vznikla náhlá zástava oběhu z kardiální příčiny, dýchání z úst do úst se při KPR neprokázalo jako rozhodující faktor pro třicetidenní přežití dítěte po NZO. Podrobnější analýza v podskupinách dále ukázala, že děti ve věku 1–7 let měly po ventilační KPR lepší neurologický výsledek než po „hands only CPR“. U pediatrických pacientů v rozmezí 8–17 let nebyl pozorován významný rozdíl mezi uvedenými druhy resuscitace (Zhang et al., 2019). Koncept základní KPR pouze s kompresemi hrudníku lze užít jako alternativu KPR s dýcháním z úst do úst. Protože „hands only CPR“ je jednodušší na provedení a zapamatování, má potenciál zvýšit počet zahájení KPR laiky a tím i celkovou míru přežití pediatrických pacientů po OHCA. Asijská studie z roku 2022 s názvem *Dissemination of Chest Compression-Only Cardiopulmonary Resuscitation by Bystanders for Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Students* přináší výsledky, které neodhalily významný rozdíl mezi KPR s ventilací a bez ní. Tento výsledek je pravděpodobně ovlivněn tím, že 90 % pacientů zařazených do této studie prodělalo NZO kardiální etiologie. Tato skutečnost může souviset s lokací a věkem pacientů, kteří prodělali OHCA. Článek uvádí, že náhlé zástavy oběhu, ke kterým dochází ve školním prostředí se značně liší od těch, ke kterým dochází na jiných místech. V Japonsku je totiž u studentů ve školním prostředí častěji pozorována NZO kardiální etiologie, přičemž většinově s počátečním defibrilovatelným rytmem – komorovou fibrilací. Do výzkumu byly zahrnuty pouze děti ve školním věku, specificky v rozmezí 6–19 let. Nejvíce pacientů s OHCA se věkově pohybovalo v rozmezí mezi 15 a 19 lety. Náhlé zástavy oběhu u pacientů mladších šesti let, u kterých je selhání respirační etiologie častější, do studie nebyly zahrnuty. Vyřazeny také byly případy s traumatickou NZO. Studie také identifikovala další faktory, které ovlivňovaly měsíční přežití a neurologický výsledek studentů po netraumatické OHCA. Patří mezi ně pohlaví pacienta, jeho věk, druh iniciálního rytmu, příčina selhání oběhu, přítomnost svědka v okamžiku NZO, místo události, využití AED a TANR. Příznivější výsledky měli chlapci a děti ve věkovém rozmezí 12–14 let. Pozitivním faktorem byla také přítomnost počátečního defibrilovatelného rytmu a kardiální příčina NZO. Jako benefit se prokázala přítomnost svědka v okamžiku události, využití automatizovaného externího defibrilátoru i telefonicky asistované neodkladné resuscitace (Kiyohara et al., 2022).

Míra přežití po přednemocniční zástavě oběhu u pediatrických pacientů je stále velmi nízká. U mladších dětí probíhá srdeční zástava často v domácnosti a rodina se tak stává svědky události. Zahájení KPR rodinnými příslušníky tak může přímo ovlivnit výsledky. Proto se japonská studie z roku 2023, vydaná časopisem *Frontiers in Pediatrics*, zaměřuje na porovnání Basic Life Support u dětí předškolního věku. Po vyřazení novorozenců bylo do výzkumu

zahrnuto celkem 2.882 případů přednemocniční zástavy oběhu u dětí do šesti let věku. Analýza ukázala, že resuscitace pouze s kompresí hrudníku neměla v míře přežití významně lepší výsledky v porovnání se situacemi, kdy laická KPR nebyla zahájena vůbec. V míře přežití však měla jednoznačně nejvyšší efekt ventilovaná KPR, bylo zde častěji dosaženo ROSC. Co se týká neurologického statutu u přeživších předškoláků, hands only KPR se ukázala jako lepší varianta oproti případům, kdy nebyla dětem poskytnuta BLS. Mimo to výzkum ukázal, že v případech, kdy se jednalo o NZO bez přítomnosti svědka v okamžiku události, měly děti také lepší neurologický výsledek ve spojitosti s ventilovanou KPR. Naopak v situacích, u kterých byl přítomen někdo další, nehrál typ KPR významnou roli v závislosti na míře neurologického postižení případných přeživších srdeční zástavy. Tento poznatek pravděpodobně souvisí s tvrzením, že pokud je praktikována pouze KPR s kompresí hrudníku, kyslík je distribuován v těle až po dobu čtyř minut od okamžiku zástavy oběhu. Když v momentu selhání není přítomen nikdo, kdo by KPR zahájil, vzniká časová prodleva a tento časový úsek se zkracuje. Proto studie ukázala, že v takových případech je výhodnější alespoň část kyslíku dodat tkáním v podobě ventilované KPR. Tak by mělo dítě vyší šanci na příznivý neurologický výsledek v případě, že by došlo k plnému návratu spontánního oběhu. Limitem této studie je však věkové omezení zkoumaných přednemocničních NZO pediatrické populace. Jak i samotná studie uvádí, dále také nebylo zohledněno podání adrenalinu, který by mohl potenciálně ovlivnit neurologický statut přeživších dětí (Murasaka et al., 2023).

Právě problematikou podání adrenalinu při náhlé zástavě oběhu u dětí v PNP se zabývala studie s názvem Pre-Hospital Administration of Epinephrine in Pediatric Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest, publikovaná v roce 2020. Do původní kohorty bylo zahrnuto celkem 3.961 pacientů s přednemocniční zástavou oběhu ve věku 8–17 let. Pouze 7,7 % těchto pacientů, zejména adolescentům, byl podán adrenalin. Z výsledků studie pro skupinovou analýzu, do které bylo nakonec zahrnuto 608 pacientů vyplývá, že aplikace adrenalinu vede k vyšší pravděpodobnosti vzniku přednemocničního ROSC. V měřítku měsíčního přežití dítěte použití adrenalinu vedlo prokazatelně k lepším výsledkům v případě, že byl podán do 15 minut od vzniku NZO. Podle analýzy aplikace adrenalinu neovlivňuje neurologický statut pacientů po úspěšné KPR. (Matsuyama et al., 2020). Jung Lee et al. (2019), zkoumali prediktory výsledků přednemocniční zástavy oběhu u dětí, které byly následně převezeny na urgentní příjem. Jedním z faktorů ovlivňujících míru přežití dětí po NZO bylo rychlé poskytnutí ALS, do které spadá také management podání adrenalinu. Výsledky této studie ukázaly, že čím méně ampulí adrenalinu bylo podáno, tím bylo pravděpodobněji dosaženo ROSC (Lee et al., 2019). Autoři ve studii s názvem Long-term function, quality

of life and healthcare utilization among survivors of pediatric out-of-hospital cardiac arrest navíc uvedli, že u těch dětí, kterým bylo aplikováno více ampulí adrenalinu, bylo přežití provázeno horším neurologickým výsledkem (Hickson, 2023, s. 4).

JAMA Network Open v roce 2023 vydal článek, ve kterém se jeho autoři zabývali aplikací adrenalinu při OHCA pediatrických pacientů ve Spojených státech a Kanadě. Adrenalin působí α -adrenergním účinkem zlepšení prokrvení koronárních tepen prostřednictvím konstriktce arteriol a zvýšením diastolického tlaku v aortě. Tento benefit se zdá být více uplatitelný pro dospělé pacienty vzhledem k tomu, že pediatrická populace není tak náchylná ke vzniku OHCA kardiální etiologie. Důkazy o přínosu a optimálním načasování podání adrenalinu jsou však extrémně limitované. Celkem 1.032 dětských pacientů bylo zařazeno do analýzy, 765 z nich byl podán adrenalin intravenózní či intraoseální cestou. Medián pro časový interval mezi zahájením ALS a podáním adrenalinu byl 9 minut. Z primární analýzy vyplývá, že aplikace adrenalinu byla spojena s častějším přednemocničním ROSC a s vyšší mírou přežití do propuštění z nemocnice. Podání adrenalinu však nesouviselo s příznivým neurologickým výsledkem. Bylo také pozorováno, že načasování podání adrenalinu nebylo spojeno s větší mírou přežití do propuštění z nemocnice, s příznivějším neurologickým statutem či častějším vznikem přednemocničního ROSC. Tato zjištění i nadále podporují podávání adrenalinu při mimonemocniční náhlé zástavě oběhu u dětí (Amoako et al., 2023).

Asijská studie z roku 2022 naopak uvádí, že časová prodleva podání adrenalinu je spojena s nižší mírou přežití u dětí, které potká srdeční selhání v nemocnici. Zda platí toto tvrzení i pro přednemocniční fázi péče je doposud neprozkoumáno. Cílem tohoto výzkumu bylo porovnat dobu do podání adrenalinu a tím i spojitost s výsledky dětských pacientů při OHCA. Bylo zjištěno, že opožděné podání adrenalinu má za následek snížení šance na měsíční přežití dítěte po OHCA. Pokud dítěti byl aplikován adrenalin do 10 minut od zavolání na tísňovou linku, jeho šance na přežití byla asi padesátiprocentní. Nicméně medián doby od zavolání do podání první dávky adrenalinu byl 26 minut. Takový čas odpovídá několikanásobně menší šanci na přežití, a to konkrétně 3,9 %. K výpočtu byly zohledněny tyto faktory: přítomnost svědka, druh vstupního rytmu a etiologie NZO (Fukuda, Kondo et al., 2018). Časopis Circulation publikoval studii s názvem Time to Epinephrine Administration and Survival From Nonshockable Out-of-Hospital Cardiac Arrest Among Children and Adults. Autoři studie zde zkoumali administraci adrenalinu u dětí a dospělých s OHCA, kteří měli počáteční nedefibrilovatelný rytmus. Dospěli k závěru, že se šance na přežití dítěte s OHCA snížila o 9 % s každou další minutou zpoždění podání adrenalinu. Pokud vzali v úvahu podání

adrenalinu intravenózní či intraoseální cestou, nebyl shledán významný rozdíl mezi těmito druhy cévních vstupů v souvislosti s počtem přežití dětských pacientů (Hansen et al., 2018).

OHCA v pediatrii je spojena s nízkou mírou přežití a dalším z faktorů ovlivňujících úspěšnost resuscitace je ventilace v rámci rozšířené kardiopulmonální resuscitace – postupu ALS. Literatura se pře o nejlepší způsob zajištění dýchacích cest v průběhu rozšířené kardiopulmonální resuscitace, proto retrospektivní studie s názvem Endotracheal intubation versus supraglottic procedure in paediatric out-of-hospital cardiac arrest porovnává zajištění dýchacích cest pomocí supraglotických pomůcek, endotracheální intubace a samotného použití samorozpínacího vaku s dýchací maskou s ohledem na třicetidenní přežití dětí po OHCA. V tabulce autoři uvádí výčet nejdůležitějších faktorů, které jsou spojeny s měsíční mírou přežití. Patří mezi ně věk, pohlaví dítěte, přítomnost svědka v okamžiku události, lokace zástavy, zahájení základní KPR, čas od zavolání po první kontakt s pacientem, etiologie zástavy oběhu a druh iniciálního rytmu. V charakteristikách ALS jsou zohledněny hodnoty EtCO₂, druh přístupu do cévního řečiště, počet neúspěšné intubace, defibrilace a počet podaných výbojů, administrace adrenalinu a ROSC v průběhu ALS. Medián pro věk pacientů byl 3 roky, kdy nejčastěji OHCA postihla chlapce a byla netraumatického původu. Více než polovina událostí se stala v domácím či pobytovém prostředí v přítomnosti svědka, přičemž KPR nebyla většinou bezprostředně svědkem zahájena. V případě, že základní KPR byla poskytnuta, obvykle zahrnovala pouze komprese hrudníku bez ventilace v rámci BLS. Průměrný čas příjezdu lékařské záchranné služby se pohyboval okolo dvaceti minut. Iničiální srdeční rytmus byl v 88 % nedefibrilovatelný, přibližně stejné procento pacientů podstoupilo endotracheální intubaci a byl jim aplikován adrenalin cestou periferního žilního katetru v průběhu KPR. Výsledky odhalily, že endotracheální intubace v průběhu kardiopulmonální resuscitace nebyla v upravené analýze spojena s vyšší pravděpodobností vzniku ROSC. Dále souvisela s nižší mírou dlouhodobého přežití a příznivého neurologického statutu (Le Bastard et al., 2021).

Periodikum Resuscitation vydalo v roce 2022 studii z Asijsko-pacifického regionu, kde se autoři rovněž zabývali problematikou zajištění dýchacích cest a ventilace u dětských pacientů při NZO v přednemocniční neodkladné péči v závislosti na míře přežití a neurologickém výsledku. Většina pediatrických pacientů byla ventilována pomocí samorozpínacího vaku s maskou. Další část připadala na zajištění dýchacích cest pomocí supraglotických pomůcek. Endotracheální intubaci podstoupilo pouze 2,6 % pacientů. Děti s OHCA byly rozděleny do dvou skupin. První skupinu tvořily ty, které byly ventilovány pomocí ručního křísícího vaku. Druhou část zastupovali jedinci s použitím pokročilého zajištění dýchacích cest, tedy endotracheální intubace nebo supraglotických pomůcek. Výsledky potvrdily rozdíly mezi

těmito druhy zajištění ventilace. Ventilace pomocí ručního křísícího vaku byla shledána jako účinnější jak v míře měsíčního přežití, tak ve výsledném neurologickém statutu pediatrických pacientů (Tham et al., 2022).

Management ventilace je při resuscitaci pediatrické populace velmi důležitý. Efektivita ventilace pouze pomocí samorozpínacího vaku s maskou či rozšířených metod zajištění dýchacích cest – endotracheální intubace (ETI) a použití supraglotických pomůcek, se zdá být v podmínkách PNP nejasná. Endotracheální intubace a užití supraglotických pomůcek může poskytnout účinnější zajištění dýchacích cest než samotný vak. Volba těchto pomůcek však s sebou nese určitá rizika, například může narušit kontinuitu kompresí hrudníku při resuscitaci nebo může dojít k selhání zavedení kanyly do dýchacích cest při obtížné intubaci. Doporučené postupy Evropské resuscitační rady z roku 2021 předkládají, že privilegované je použití samorozpínacího vaku s maskou. Po zvážení všech rizik je endotracheální intubace metodou druhé volby, alternativně lze užít supraglotické pomůcky k zajištění dýchacích cest. Meta-analýza s názvem Advanced airway management for pediatric out-of-hospital cardiac arrest, prezentuje následující závěry: nejlepší metodou pro ventilaci bylo ve studii použití samorozpínacího vaku vzhledem k míře přežití do propuštění z nemocnice. Ve využití rozšířeného zajištění dýchacích cest nebyla zjištěna významná souvislost s lepšími výsledky v míře přežití do propuštění. Hierarchicky se jako další volbou pro ventilaci ukázalo zavedení supraglotických pomůcek. Endotracheální intubace měla nejhorší výsledky v míře přežití do propuštění z nemocnice. Studie neshledala významné rozdíly mezi uvedenými možnostmi ventilace v souvislosti s výsledným neurologickým statutem dítěte (Amagasa et al., 2023).

Jak již bylo naznačeno výše v textu, počáteční srdeční rytmus je dalším z faktorů, který může ovlivňovat míru přežití a rozsah neurologického deficitu po OHCA pediatrické populace. Uvádí se, že iniciální defibrilovatelný rytmus – bezpulzová komorová tachykardie či fibrilace komor, je spojen s příznivějšími dlouhodobými výsledky. Výzkum této problematiky však v posledních dekádách stagnoval. Příčinou může být fakt, že přítomnost defibrilovatelného rytmu se u dětí objevuje oproti dospělé populaci raritně. Ve studii z roku 2021 s názvem “Shockingly” good long-term outcomes after pediatric OHCA, paired with high quality CPR can maximize pediatric survival outcomes autoři udávají četnost mezi 8–10 % všech srdečních zástav v pediatrii. Kohorta také poukazuje na rozdíl v míře výskytu defibrilovatelného rytmu mezi mladšími dětmi a dospívajícími. Tato souvislost poskytuje důkazy na podporu léčby v závislosti na věku. Ta by byla zaměřena na „časnou defibrilaci“ u dětí starších 8 let oproti „časné ventilaci“ pro děti mladší (Seaman et al., 2021).

Děti s NZO a počátečním defibrilovatelným rytmem mají všeobecně lepší předpoklady k příznivějším výsledkům. Časná defibrilace je v takovém případě klíčová v konečné míře přežití dětí při OHCA. Avšak zastoupení počátečního defibrilovatelného rytmu je v dětské populaci nízké. Častěji se s ním lze setkat u adolescentů. Většina dětských pacientů má vstupně při OHCA nedefibrilovatelný rytmus. Existují však případy, kdy se takový rytmus v průběhu zástavy vyvine a stane se defibrilovatelným. Tento přechod je podle japonské studie vydané roku 2021, klinicky významný. Cílem zde bylo sumarizovat výsledky defibrilace, kdy defibrilovatelný rytmus nebyl počáteční. Pacienti, kteří měli iniciálně bezpulzovou elektrickou aktivitu srdce (PEA) a následně podstoupili defibrilaci z důvodu změny rytmu, byli starší a častěji byla NZO způsobena primárně kardiální příčinou v porovnání s těmi, u nichž nedefibrilovatelný rytmus přetrvával po celou dobu. Tito pacienti byli taktéž spojeni s častějším vznikem ROSC. Významné rozdíly v míře měsíčního přežití s dobrým neurologickým statutem nebyly pozorovány. Toto tvrzení neplatilo pro případy, ve kterých byl výboj podán do 9 minut. Časná defibrilace, kdy se PEA změnila na defibrilovatelný rytmus souvisela s narůstající četností ROSC a příznivým neurologickým statutem. Na měsíční míru přežití neměla časná defibrilace u pacientů s iniciální PEA vliv. U pacientů s počáteční asystolií, kdy se poté rytmus změnil na defibrilovatelný, příznivější výsledky souvisely jak se vznikem ROSC, tak s měsíčním přežitím a neurologickým statutem pediatrických pacientů. Pravděpodobnost lepších výsledků narůstala při časném podání výboje (Goto et al., 2021b).

Souvislostmi mezi druhem počátečního rytmu a dlouhodobými výsledky po OHCA u pediatrické populace se zabývala nizozemská studie, publikovaná v roce 2021. Autoři studie udávají přežití dítěte při OHCA, které trvá déle než jeden rok. Studie se zabývá pouze výsledky pediatrických pacientů v rámci netraumatického původu NZO. Nejvýznamnějšími příčinami OHCA zde bylo tonutí, SIDS a zástava oběhu v důsledku arytmie. Ze zkoumaných případů, 14 % NZO dětí bylo spojeno s defibrilovatelným rytmem. Ten se nejčastěji objevoval u adolescentů a byl spojen s příznivějším dlouhodobým neurologickým statutem u dětí ve věku nad 8 let. Kromě toho, vyšší socioekonomický status, zahájení BLS kolemjdoucím, kratší doba trvání KPR, příčiny zástavy oběhu – arytmie, tonutí a šok, nižší počáteční pH, vyšší hladina laktátu a ROSC v přednemocniční fázi péče, byly uvedeny jako faktory příznivě ovlivňující neurologický statut (Albrecht et al., 2021). V Panasijské studii se Lei Peng Tham (2018) společně s dalšími autory zabýval epidemiologií OHCA v pediatrii. Kromě toho, že se u dětí mladších třinácti let přítomnost svědka a podpora ventilace při laické KPR ukázaly jako faktory pozitivně ovlivňující výsledky, u adolescentů se nepotvrdil vliv podpory dýchání z úst do úst

v rámci KPR. Nicméně lepší výsledky míry přežití a neurologického statutu souvisely s počátečním defibrilovatelným srdečním rytmem (Tham et al., 2018).

Zdravotnická záchranná služba pracuje během dne a noci v odlišných režimech. Autoři asijské studie z roku 2022 s názvem Survival From Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest During Nights and Weekends proto představili souvislosti s výsledky po pediatrické OHCA v závislosti na dnu v týdnu a denní době vzniku události. Statistika porovnávala výsledky v rámci skupin. První model porovnával časové hledisko v rámci rozdělení na denní, večerní a noční dobu. Další skupina byla rozdělena na všední den a víkend. Hlavním ukazatelem výsledků byla míra měsíčního přežití dítěte při přednemocničním selhání oběhu. Z upravené analýzy vyplynulo, že u OHCA dětí, která proběhla přes den, byla míra měsíčního přežití významně vyšší v porovnání s událostmi, které se staly v nočních hodinách. Pacienti, kteří prodělali NZO v nočních hodinách byli podstatně mladší. Téměř polovina z nich byli kojenci. U menšího počtu pacientů byl v okamžiku nočního selhání přítomen svědek. Také byl v nižší míře používán AED. Počátečním rytmem u nočních NZO byla z většiny asystolie. V případě komparace mezi všedními dny a víkendem, nebyly pozorovány významné rozdíly mezi mírou přežití u dětí při OHCA. I přes to, doba odezvy byla výrazně delší o víkendu. (Fukuda et al., 2022).

2.2 Trendy v kardiopulmonální resuscitaci pediatrických pacientů

AUTOMATIZOVANÝ EXTERNÍ DEFIBRILÁTOR – AED

Podle článku z roku 2022 s názvem Lay rescuer use of automated external defibrillators in infants, children and adolescents je používání automatizovaného externího defibrilátoru (AED) laickou veřejností v dnešní době na vzestupu, ale jeho aplikace v rámci záchrany dětských pacientů není až tak obvyklá. Míra přežití je všeobecně vyšší u těch dětí, které mají při NZO iniciálně defibrilovatelný rytmus – bezpulsovou komorovou tachykardii nebo fibrilaci komor. Toto tvrzení platí zejména pro adolescenty, kteří prodělají NZO v přítomnosti svědka a je u nich použit AED. Evropská resuscitační rada zařazuje používání AED u všech dětí do doporučených postupů v rámci OHCA. Data efektivity užití AED pro tuto skupinu populace jsou však velmi limitovaná, protože jeho užití u OHCA v pediatrii není tak časté. U pediatrické populace vzniká NZO častěji ze selhání respirační funkce organismu. Z tohoto důvodu se zdá, že použití AED při dětské NZO může vzniknout časová prodleva zahájení KPR nebo může dojít k prodloužení pauzy mezi kompresemi hrudníku a dýcháním z úst do úst. Nicméně OHCA v přítomnosti svědka na veřejných místech jsou častěji kardiální etiologie, a také jsou více spojovány s defibrilovatelným rytmem. Pro takové pacienty je užití AED benefitem. Mimo jiné

laici uvádí, že použití defibrilátoru má uklidňující efekt. Přístroj totiž působí do jisté míry jako „team leader,“ protože udává laikovy pokyny pro záchranu pacienta. Systematické review dále prokázalo, že použití AED vede statisticky k lepším výsledkům u dětí starších jednoho roku věku. Pro vyvození závěrů u mladších dětí nebylo k dispozici dostatečné množství dat (Atkins et al., 2022).

Děti s přednemocniční náhlou zástavou oběhu a defibrilovatelným rytmem mají lepší výsledky oproti těm, které mají počáteční asystolii či PEA. Proto časné použití AED vede ke zlepšení míry přežití a neurologického statutu resuscitovaných dětí. Ačkoliv Americká kardiologická asociace doporučuje užití AED u všech dětí s OHCA, zůstává málo údajů o jeho skutečném využívání. Proto se El-Assaad et al. (2018) zabývali prediktory použití AED u pediatrické populace ve Spojených státech. Do jejich studie bylo celkem zahrnuto 1.398 pacientů s OHCA netraumatické etiologie ve věku 1–18 let. Byly vyřazeny děti mladší jednoho roku věku. NZO u této skupiny dětí probíhá nejčastěji v domácím prostředí v nočních hodinách, což omezuje možnost použití veřejně přístupného AED. AED byl aplikován ve 28 % případů OHCA u dětí. Častěji byl využit u dětí starších 12 let a při OHCA, kdy byl v okamžiku události přítomen svědek. Častější užívání defibrilátoru také souviselo s veřejně přístupnými místy a předpokládanou NZO kardiální etiologie. Také úroveň vzdělání a socioekonomický status v daných čtvrtích hrály roli v míře užívání AED. Celková míra přežití do propuštění z nemocnice byla 19 %. Příznivější výsledky OHCA souvisely s defibrilovatelným rytmem v přítomnosti svědka na veřejně přístupném místě (El-Assaad et al., 2018).

Používání AED u dětských pacientů se pohybuje v rozmezí mezi 2–3 % OHCA. Pokud je aplikován systém aktivace first responderů, užívání AED se může zvýšit až na 28 %. Nízká míra aplikace AED může souviset s omezeným přístupem k defibrilátoru, nízké povědomí a nedostatečné školení veřejnosti v používání AED a nedostatečná dostupnost AED, které jsou přizpůsobeny dětským pacientům. Periodikum Resuscitation publikovalo v roce 2020 článek s názvem Characteristics and outcomes of AED use in pediatric cardiac arrest in public settings. Tato americká studie pojednává o souvislosti s výsledky OHCA u dětí s použitím AED kolemjdoucím. Do studie bylo zahrnuto celkem 971 mimonemocničních zástav na veřejně přístupných místech u pediatrických pacientů. Celkem v 10,3 % případů OHCA v pediatrii byl použit AED, kdy se procenta lišila v závislosti na věku dítěte. Nejčastěji byl defibrilátor aplikován u dětí ve věku 12–18 let. Studie sbírala data pro výzkum po dobu pěti let, kdy se během tohoto období nezměnila míra užívání AED. Častější užívání AED okolostojícími souviselo s vyšším ekonomickým statusem daných čtvrtí, ve kterých se OHCA odehrála.

Použití AED bylo také spojeno s příznivějším výsledným neurologickým statusem a s mírou přežití u dětí při OHCA (Griffis et al., 2020).

Defibrilace pomocí AED dětských pacientů mladších 8 let by měla být uskutečněna pomocí přepnutí defibrilátoru do dětského režimu, aby došlo k redukci energie podávaného defibrilačního výboje. Dánská studie z roku 2021 zkoumala nejjednodušší a nejrychlejší aktivaci do tohoto režimu. Na základě simulace bylo 90 dospělých vyzváno k použití jednoho ze tří druhů AED na dětské simulační figuríně. Byla použita figurína novorozence, aby bylo na první pohled jasné, že se jedná o pacienta mladšího 8 let. První AED redukoval defibrilační energii pomocí výměny defibrilačních elektrod za dětské. K dalšímu AED byl potřeba pediatrický klíč a poslední defibrilátor se přepínal do dětského režimu pomocí tlačítka. Pouze ve 13 % byly elektrody nalepeny správně, a to v anterio-posteriorním umístění. Ve většině případů byly elektrody nalepeny anterio-laterálně i přes to, že došlo k jejich překrytí. Při použití AED s výměnou za dětské elektrody, žádný z laiků neaktivoval dětský režim. 7 % bylo aktivováno při použití klíče a 64 % při zmáčknutí tlačítka na redukci energie výboje. Tato simulace došla k závěrům, že většina laiků není schopna aktivovat dětský režim na AED, nejúspěšnější metodou byla aktivace pomocí tlačítka. Nejrychlejší podání výboje se jeví u AED s pediatrickým klíčem, ale ve většině simulací nebyl dětský režim aktivován (Hansen et al., 2022).

TELEFONICKY ASISTOVANÁ NEODKLADNÁ RESUSCITACE – TANR

Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace (TANR) je systém, kdy dispečeré poskytují instrukce k provedení KPR při tísňovém telefonátu. Jak již bylo zmíněno, zahájení resuscitace kolemjdoucím vede k lepším výsledkům mimonemocničních zástav oběhu jak dospělých, tak pediatrických pacientů. Aby se zvýšil počet zahájení KPR kolemjdoucími, byl z tohoto důvodu systém TANR zaveden. Z pokynů Evropské resuscitační rady z roku 2021 vyplývá, že by volající měl provádět „hands only CPR“ u dospělých pacientů s podezřením na OHCA. K pokynům pro poskytování ideálních instrukcí při OHCA v pediatrii je dostupný nízký počet informací. Japonská studie z roku 2022 s názvem Dispatcher-assisted conventional cardiopulmonary resuscitation and outcomes for paediatric out-of-hospital cardiac arrest se zabývá podáním optimálních instrukcí ze strany dispečera při poskytování telefonicky asistované neodkladné resuscitace u dětských pacientů. Protože asfyktická příčina NZO u dětí patří k těm nejčastějším, zkoumalo se porovnání vedení TANR s umělými vdechy a bez nich. Data pro tento výzkum byla sbírána v letech 2005 až 2017 a do studie bylo celkem zařazeno 8.172 mimonemocničních zástav oběhu v pediatrii, kdy se ve většině případů (5.095) jednalo

o TANR vedenou ve variantě „hands only CPR“. V globále, TANR s výzvou k zahájení umělých vdechů byla spojena s vyšší pravděpodobností příznivějších výsledků při OHCA v pediatrii. U pacientů s NZO primární kardiální etiologie, a také pokud čas přednemocniční KPR přesahoval 20 minut nebo byl přítomen iniciálně defibrilovatelný rytmus s dostupným AED, dále pokud bylo zahájeno podání adrenalinu a pokročilé zajištění dýchacích cest, nebyly shledány rozdíly mezi oběma druhy vedení TANR v závislosti na míře neurologického deficitu dětského pacienta při OHCA (Goto et al., 2022).

Brzké rozpoznání NZO dispečerem je další z klíčových prvků pro úspěšnou TANR a aktivaci záchranné služby. Proto se korejská studie z roku 2022 publikovaná časopisem *American Journal of Emergency Medicine* zabývá souvislostmi mezi věkem pediatrických pacientů a rozpoznáním mimonemocniční zástavy oběhu dispečerem. Do retrospektivní studie bylo zahrnuto celkem 2.754 pacientů mladších 19 let, kteří byli rozřazeni do několika skupin podle věku. Skupiny konkrétně tvořily děti do jednoho roku, dále děti ve věku 1–6 let, 7–13 a poslední skupinu tvořili adolescenti ve věkovém rozmezí 14–18 let. Rozpoznání NZO dispečerem je ovlivňováno několika faktory. Lze mezi ně zařadit okolnosti související jak s volajícími, tak samotnými dispečery a pacienty. Například lapavé dechy (gaspings) a záchvatovité pohyby v počáteční fázi zástavy oběhu se projevily jako bariéry pročasné rozpoznání NZO dispečery. Nejvyšší míra rozpoznání NZO dispečerem byla pozorována u dětí do jednoho roku věku. V těchto situacích došlo k rozpoznání zástavy oběhu v 61,5 %. U věkových skupin 7–13 a 14–18 let byla míra rozpoznání nejnižší, pohybovala se okolo 50 %. Pacienti ve věku 14–18 let byli také spojováni se sníženou mírou KPR prováděné kolemdoucími před příjezdem ZZS. Nepoznání zástavy oběhu dispečerem během tísňového volání negativně ovlivňuje míru přežití OHCA u pediatrických pacientů (Kim et al., 2022).

Právě mírou přežití pediatrických pacientů v závislosti na využití TANR se zabývala další korejská studie s názvem *Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation Program and Outcomes After Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest*. Celkem bylo analyzováno 1.013 pacientů mladších 19 let. Tentokrát nebyly děti rozřazovány do skupin dle věkové kategorie, ale byly vyselektovány podle toho, jaká péče se jim dostala před příjezdem zdravotnické záchranné služby. První skupinu tvořili pediatrickí pacienti, kterým nebyla laická KPR poskytnuta vůbec. Další skupinou byli ti, kterým byla základní resuscitace poskytnuta, ale bez zásahu dispečera. Poslední skupinu zastupovali jedinci, kteří podstoupili KPR vedenou dispečerem. Z výsledků studie vyplynulo, že TANR je spojena s lepšími výsledky u pacientů, které postihla NZO na veřejných místech. Na výsledky OHCA které proběhly v soukromých lokalitách, neměla TANR vliv (Lee et al., 2019a).

Časopis Resuscitation publikoval v roce 2019 metaanalýzu, která se zabývala vlivem telefonicky asistované neodkladné resuscitace na výsledky doprovázející OHCA jak dospělých, tak dětských pacientů. Celkem bylo analyzováno 33 studií, které porovnávaly systémy KPR s pomocí a bez pomoci dispečera. Nejvíce zařazených studií bylo z Japonska, Spojených států a Korey. 5 studií bylo zaměřeno pouze na pediatrickou populaci. Ve všech analýzách byly příznivější výsledky spojovány s využitím TANR oproti jejímu neposkytování. Pokud bylo srovnáváno vedení telefonicky asistované neodkladné resuscitace s KPR prováděnou kolemdoucími bez telefonické instruktáže, výsledky studií byly v rozporu. Tato zjištění byla neměnná i v případě studií pediatrické populace. Metaanalýza tak potvrdila význam TANR a podporuje její poskytování u dospělých a dětí s podezřením na OHCA (Nikolaou et al., 2019).

EXTRAKORPORÁLNÍ KARDIOPULMONÁLNÍ RESUSCITACE – eCPR

Fakt, že míra přežití OHCA je stále na nízké úrovni, vyvolal zájem o vyvíjení nových metod a technik, které by míru přežití pacientů po selhání oběhu zvýšily. Relativně novou metodou je využití extrakorporální membránové oxygenace u pacientů s náhlou zástavou oběhu. V tomto spojení tedy mluvíme o metodě extrakorporální kardiopulmonální resuscitace (Koen et al., 2020). V posledních letech zaznamenalo použití extrakorporální kardiopulmonální resuscitace (eCPR) výrazný nárůst jak u dospělých, tak dětských pacientů. ECPR využívá techniku veno-arteriální extrakorporální membránové oxygenace (ECMO), kdy je pacient napojen na mimotělní oběh. Uplatňuje se především v případech refrakterní zástavy oběhu, která nereaguje na běžnou KPR. Výhodu eCPR lze pozorovat zejména v tom, že poskytuje optimální oběhovou podporu a perfuzi orgánů, zatímco klasická KPR s ventilací je schopna zajistit pouze 25–30 % srdečního výdeje. Metoda eCPR tak umožňuje získání času na efektivní léčbu příčin zástavy oběhu. Je to systém náročný na logistiku, technické i finanční zdroje a má nejasný ekonomický dopad (Olson et al., 2022). Střediska, která jsou schopná zajistit eCPR si vytvářejí vlastní protokoly pro její využívání. Ty se liší nejen v kritériích pro zařazení pacientů do tohoto programu, ale také v technikách zajištění veno-arteriálního přístupu. Mezi nejčastější kritéria patří věk a komorbidity pacienta, přítomnost svědka při NZO, doba zástavy oběhu a zahájení KPR okolostojícími. Tyto protokoly jsou nezbytné pro omezení poskytování eCPR těm pacientům, pro které by tato metoda mohla být prospěšná. I přesto, že se eCPR doporučuje u vybraných pacientů s reverzibilní kardiální příčinou zástavy oběhu, neexistuje jednotný protokol, který by se týkal výběru pacientů do programu eCPR. V kritériích podle etiologie náhlé zástavy oběhu, které pacienta mohou zařadit do programu, se nejčastěji objevuje

hypotermie, intoxikace, plicní embolizace a předpokládaná primárně kardiální příčina náhlé zástavy oběhu (Koen et al., 2020).

Na základě nových poznatků přibývá důkazů o tom, že eCPR přináší potenciálně lepší výsledky pro pacienty se zástavou oběhu. I přes to, že využití eCPR u dětských pacientů je na vzrůstu, výzkum v této problematice má značné rezervy. Navíc je většina randomizovaných studií zaměřena na náhlou zástavu oběhu v nemocničním prostředí. Zahájení eCPR u pediatrických pacientů s mimonemocniční zástavou oběhu je logisticky náročnější a v současné době zatím ne tak časté. Podle databáze z Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) se eCPR týká pouze 3 % případů OHCA pediatrických pacientů (Olson et al., 2022).

Systematické review s názvem Pediatric Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation, do kterého bylo zahrnuto celkem 96 publikací, shrnuje dostupné poznatky o eCPR dětské populace. Zabývá se současným využitím, postupy a výsledky metody eCPR při NZO v pediatrii. Také upozorňuje na mezery v současných znalostech o dané problematice. První publikované zprávy o užití ECMO při KPR v dětské populaci se objevily až roku 1992. Bylo potvrzeno, že eCPR zvyšuje míru přežití u dětí s IHCA, kdy je eCPR většinou využívána u pacientů s vrozeným či získaným srdečním onemocněním. Míra přežití se v této studii pohybovala okolo 43 %. Je dostupné minimum důkazů o využívání metody eCPR pro OHCA pediatrických pacientů, ze zařazených studií se tímto tématem zabýval pouze jeden výzkum (Esangbedo et al., 2020). Ten byl publikován v roce 2011 a podával zprávu o využití eCPR u devítileté dívky s NZO v důsledku tonutí, která nakonec nepřežila (Arlt et al., 2011).

Časopis Perfusion publikoval v roce 2023 studii, která se zabývá využitím metody eCPR u tonoucích dětí. Mímotělní podpora života napomáhá oběhovým a respiračním funkcím po zástavě oběhu. Benefitem této metody pro pacienty po tonutí může být možnost usnadnění zahřátí těla po těžké hypotermii. Tato retrospektivní studie analyzovala výsledky u jedenácti dětí, kterým v důsledku tonutí selhal oběh a byly podporovány metodou ECMO nebo pomocí kardiopulmonálního bypassu. U tonoucích pacientů, kteří přežili zástavu oběhu, byla teplota vody podstatně nižší, medián teploty byl 11 °C. Odhadovaná doba ponoření se pohybovala mezi 10–50 minutami a u přeživších dětí byl medián doby ponoření 15 minut. U 55 % pacientů byla zahájena základní KPR, ve zbytku případů byly děti objeveny a vytaženy z vody zdravotnickou záchrannou službou, což umožnilo okamžité zahájení ALS. Počáteční tělesná teplota pacientů se pohybovala v rozmezí 20–34 °C. 2 děti dosáhly ROSC ještě před příjezdem na urgentní příjem, u 9 dětí přetrvávala NZO až do napojení na ECMO nebo na kardiopulmonální bypass. V této studii 4 děti přežily téměř bez neurologického deficitu, zbytek pacientů (7) svému stavu podlehl (Gottschalk et al., 2023).

2.3 Význam a limitace dohledaných zdrojů

Míra přežití pediatrických pacientů při přednemocniční zástavě oběhu zůstává na nízké úrovni a ve vyspělých státech se pohybuje okolo 12 %. I přes skutečnost, že v porovnání s náhlými zástavami oběhu u dospělé populace jsou ty dětské spíše raritní, je nutné stále zdokonalování v systému a poskytování co nejkvalitnější péče s cílem zajistit co největší míru přežití a příznivé neurologické výsledky těchto pacientů. Náhlá zástava oběhu u dětí je prokazatelně spojena s vyšší mírou stresu zdravotnických pracovníků, proto je nutné znát a ovládat doporučené postupy pro rozšířenou resuscitaci dětských pacientů, ke které jsou zdravotničtí záchranáři kompetentní. V současné době je stále omezené množství validních studií, které by se zabývaly problematikou OHCA v pediatrii a doporučené postupy jsou pro tuto skupinu často založeny na výsledcích výzkumů dospělé populace. Důležitá je také edukace široké veřejnosti o dané problematice, protože řetězec přežití dětí při OHCA je ovlivněn také činností svědků na místě události ještě před tím, než na místo přijede ZZS. Proto může být tato práce užitečná nejen zdravotnickým záchranářům, ale také široké veřejnosti, lékařům a jiným zdravotnickým pracovníkům k získání informací o problematice mimonemocniční zástavy oběhu v pediatrii. Také může sloužit jako inspirace pro budoucí výzkumy v této oblasti.

Limitací bylo především omezené množství dohledaných studií k jednotlivým faktorům ovlivňující výsledky při náhlé zástavě oběhu dětí, přičemž některé z nich byly věkově omezeny tak, že do nich nebyla zahrnuta celá skupina pediatrické populace v rozmezí 0–18 let věku, ale pouze určitá část věkového rozmezí. V některých zkoumaných oblastech se náhlá zástava oběhu v přednemocniční fázi péče týkala starších dětí, které mohou mít blíže k charakteru náhlých zástav oběhu dospělé populace. Některé výzkumy například zahrnovaly zkoumané jedince do 21 let věku, avšak podle doporučených postupů Evropské resuscitační rady již taková populace podléhá zcela jinému algoritmu pro resuscitaci, a to konkrétně algoritmu pro resuscitaci dospělých pacientů. Protože je dostupné menší množství dat pro výzkum zástavy oběhu pediatrické populace do jednoho roku věku, množství studií tuto věkovou skupinu vyřadilo z okruhu zkoumaných, což by také mohlo potenciálně ovlivnit jejich výsledky. Validní informace byly dohledány ze zahraničních zdrojů, kde mohou být odlišně nastavené podmínky, a proto jsou postrádány důkazy o tomto tématu v České republice. V našich podmínkách je tato problematika doposud nedostatečně prozkoumána. Studie také často byly retrospektivního charakteru, kde se výzkumy opírají o informace získané z dokumentací. Ty však mohou být nedostatečné a nepřesné. Výhodou studií tohoto typu je možnost sledování více faktorů najednou.

Závěr

Tato přehledová bakalářská práce se zabývá problematikou náhlé zástavy oběhu u pediatrických pacientů v přednemocniční neodkladné péči. Dává si za cíl sumarizovat dohledané poznatky o faktorech, které souvisí s mírou přežití OHCA u pediatrických pacientů. Protože výsledky mimonemocniční zástavy oběhu jsou ovlivněny nejen činností profesionálních zdravotníků, ale klíčová je především činnost svědků na místě události ještě před příjezdem zdravotnické záchranné služby, je na tyto faktory nahlíženo jak z pohledu Basic Life Support, tak Advanced Life Support.

V úvodu práce vytyčuje specifika algoritmu kardiopulmonální resuscitace v pediatrii, které se opírají o nejnovější doporučené postupy Evropské resuscitační rady publikované v roce 2021. V této části jsou také stručně popsány rozdíly oproti náhlé zástavě oběhu u dospělých pacientů týkajících se etiologie, postupu ALS a větší míry stresu, která je s náhlou zástavou oběhu u pediatrických pacientů spojena. Přináší řešení, jak si v takových situacích může zdravotnický záchranář pomoci. Dále jsou v práci porovnávány výsledky mimonemocniční náhlé zástavy oběhu u pediatrických pacientů z hlediska příčin NZO, přítomnosti svědka v momentu selhání oběhu a věku postiženého dítěte, jakožto nezávislých faktorů ovlivňujících výsledky mimonemocniční náhlé zástavy oběhu. Na základě stanoveného cíle je srovnání také zaměřeno na zahájení kardiopulmonální resuscitace svědkem náhlé zástavy oběhu. Závěrečná práce také odpovídá na otázku, jestli má kardiopulmonální resuscitace s dýcháním z úst do úst příznivější výsledky OHCA oproti „hands only CPR“. V oblasti rozšířené resuscitace je pojednáváno především o vlivu podání adrenalinu na výsledky náhlé zástavy oběhu u dětí, řeší se také nejefektivnější způsoby zajištění dýchacích cest a ventilace v průběhu postupu ALS těchto pacientů. I přes to, že kardiální příčina zástavy oběhu je u mladších dětí spíše raritní a přetrvává selhání respirační etiologie, část práce se zabývá problematikou ovlivnění výsledků OHCA v závislosti na defibrilovatelném či nedefibrilovatelném srdečním rytmu. Je zde také zohledněn faktor odlišného režimu fungování zdravotnické záchranné služby v závislosti na denní době a dnu v týdnu.

Ke splnění dílčích cílů, které jsou zaměřeny na sumarizaci současných trendů kardiopulmonální resuscitace dětí jak v základní, tak rozšířené resuscitaci, se práce zaměřuje na používání automatizovaného externího defibrilátoru a využívání telefonicky asistované neodkladné resuscitace vedené dispečerem. Nakonec dokument pojednává o problematice eCPR, která je v dnešní době stále více diskutována. Nicméně výzkumů, které

by se zabývaly eCPR pediatrických pacientů v přednemocniční neodkladné péči je v současné době nedostatek.

Závěrem lze konstatovat, že problematika mimonemocniční zástavy oběhu v dětské populaci je v dnešní době stále nedostatečně prozkoumána. Proto, aby bylo dosaženo kvalitní péče o tyto pacienty a míra přežití měla tendenci stoupat, je nutné navýšit povědomí nejen zdravotníků, ale také široké veřejnosti o důležitosti zásahu při náhlé zástavě oběhu v pediatrii. Aby bylo dosaženo lepších výsledků OHCA, resuscitace dětí by měla probíhat podle specifického algoritmu zaměřeného na věkové rozmezí 0-18 let. K tomu, aby se mohly vyvíjet postupy pro resuscitaci pediatrických pacientů, je také potřeba získání validních informací ze studií, které jsou specificky zaměřeny na průzkumy v této věkové kategorii.

Referenční seznam

Albargi, H., Mallett, S., Berhane, S., Booth, S., Hawkes, C., Perkins, G. D., Norton, M., Foster, T., & Scholefield, B. (2022). Bystander cardiopulmonary resuscitation for paediatric out-of-hospital cardiac arrest in England: An observational registry cohort study. *Resuscitation*, *170*, 17-25. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.10.042>

Albrecht, M., de Jonge, R. C. J., Nadkarni, V. M., de Hoog, M., Hunfeld, M., Kammeraad, J. A. E., Moors, X. R. J., van Zelle, L., & Buysse, C. M. P. (2021). Association between shockable rhythms and long-term outcome after pediatric out-of-hospital cardiac arrest in Rotterdam, the Netherlands: An 18-year observational study. *Resuscitation*, *166*, 110-120. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.05.015>

Amagasa, S., Utsumi, S., Moriwaki, T., Yasuda, H., Kashiura, M., Uematsu, S., & Kubota, M. (2023). Advanced airway management for pediatric out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and network meta-analysis. *The American Journal of Emergency Medicine*, *68*, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2023.03.049>

Amoako, J., Komukai, S., Izawa, J., Callaway, C. W., & Okubo, M. (2023). Evaluation of Use of Epinephrine and Time to First Dose and Outcomes in Pediatric Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA Network Open*, *6*(3). <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.5187>

Arlt, M., Philipp, A., Voelkel, S., Graf, B. M., Schmid, C., & Hilker, M. (2011). Out-of-hospital extracorporeal life support for cardiac arrest—A case report. *Resuscitation*, *82*(9), 1243-1245. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.03.022>

Atkins, D. L., Acworth, J., Chung, S. P., Reis, A., & Van de Voorde, P. (2022). Lay rescuer use of automated external defibrillators in infants, children and adolescents: A systematic review. *Resuscitation Plus*, *11*. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100283>

El-Assaad, I., Al-Kindi, S. G., McNally, B., Vellano, K., Worley, S., Tang, A. S., & Aziz, P. F. (2018). Automated External Defibrillator Application Before EMS Arrival in Pediatric Cardiac Arrests. *Pediatrics*, *142*(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1903>

Esangbedo, I. D., Brunetti, M. A., Campbell, F. M., & Lasa, J. J. (2020). Pediatric Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation: A Systematic Review*. *Pediatric Critical Care Medicine*, 21(10), e934-e943. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002373>

Fukuda, T., Kondo, Y., Hayashida, K., Sekiguchi, H., & Kukita, I. (2018). Time to epinephrine and survival after paediatric out-of-hospital cardiac arrest. *European Heart Journal – Cardiovascular Pharmacotherapy*, 4(3), 144-151. <https://doi.org/10.1093/ehjcvp/pvx023>

Fukuda, T., Ohashi-Fukuda, N., Sekiguchi, H., Inokuchi, R., & Kukita, I. (2022). Survival From Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest During Nights and Weekends. *JACC: Asia*, 2(4), 433-443. <https://doi.org/10.1016/j.jacasi.2022.01.005>

Goto, Y., Funada, A., Maeda, T., & Goto, Y. (2021). Association of subsequent treated shockable rhythm with outcomes after paediatric out-of-hospital cardiac arrests: A nationwide, population-based observational study. *Resuscitation Plus*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2021.100181>

Goto, Y., Funada, A., Maeda, T., & Goto, Y. (2022). Dispatcher-assisted conventional cardiopulmonary resuscitation and outcomes for paediatric out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation*, 172, 106-114. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.10.003>

Goto, Y., Funada, A., Maeda, T., & Goto, Y. (2021). Temporal trends in neurologically intact survival after paediatric bystander-witnessed out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide population-based observational study. *Resuscitation Plus*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2021.100104>

Gottschalk, U., Köhne, M., Holst, T., Hüners, I., von Stumm, M., Müller, G., Stark, V., van Rùth, V., Kozlik-Feldmann, R., Singer, D., Sachweh, J. S., & Biermann, D. (2023). Outcomes of extracorporeal membrane oxygenation and cardiopulmonary bypass in children after drowning-related resuscitation. *Perfusion*, 38(1), 109-114. <https://doi.org/10.1177/02676591211041229>

Gräsner, J. -T., & Herlitz, J. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*, 2021(161), 61-79. <https://www.cprguidelines.eu/assets/guidelines/European-Resuscitation-Council-Guidelines-2021-Ep.pdf>

Griffis, H., Wu, L., Naim, M. Y., Bradley, R., Tobin, J., McNally, B., Vellano, K., Quan, L., Markenson, D., & Rossano, J. W. (2020). Characteristics and outcomes of AED use in pediatric cardiac arrest in public settings: The influence of neighborhood characteristics. *Resuscitation*, *146*, 126-131.

<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.09.038>

Hansen, M., Schmicker, R. H., Newgard, C. D., Grunau, B., Scheuermeyer, F., Cheskes, S., Vithalani, V., Alnaji, F., Rea, T., Idris, A. H., Herren, H., Hutchison, J., Austin, M., Egan, D., & Daya, M. (2018). Time to Epinephrine Administration and Survival From Nonshockable Out-of-Hospital Cardiac Arrest Among Children and Adults. *Circulation*, *137*(19), 2032-2040. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.033067>

Hansen, M. V., Løfgren, B., Nadkarni, V. M., & Lauridsen, K. G. (2022). Impact of different methods to activate the pediatric mode in automated external defibrillators by laypersons – A randomized controlled simulation study. *Resuscitation Plus*, *10*.

<https://doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100223>

Hansen, M., Walker-Stevenson, G., Bahr, N., Harrod, T., Meckler, G., Eriksson, C., & Guise, J. -M. (2023). Comparison of Resuscitation Quality in Simulated Pediatric and Adult Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA Network Open*, *6*(5).

<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.13969>

Hickson, M. R., Winters, M., Thomas, N. H., Gardner, M. M., Kirschen, M. P., Nadkarni, V., Berg, R., Slomine, B. S., Pinto, N. P., & Topjian, A. (2023). Long-term function, quality of life and healthcare utilization among survivors of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, *187*. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109768>

Kim, T. H., Jung, J. H., Song, K. J., Hong, K. J., Jeong, J., & Lee, S. G. W. (2022). Association between patient age and pediatric cardiac arrest recognition by emergency medical dispatchers. *The American Journal of Emergency Medicine*, *58*, 275-280.

<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.05.038>

Kiyohara, K., Kitamura, Y., Ayusawa, M., Nitta, M., Iwami, T., Nakata, K., Sobue, T., & Kitamura, T. (2022). Dissemination of Chest Compression-Only Cardiopulmonary Resuscitation by Bystanders for Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Students: A Nationwide Investigation in Japan. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(4). <https://doi.org/10.3390/jcm11040928>

Koen, T. J., Nathanaël, T., & Philippe, D. (2020). A systematic review of current ECPR protocols. A step towards standardisation. *Resuscitation Plus*, *3*. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2020.100018>

Lacour, M., Bloudeau, L., Combescure, C., Haddad, K., Hugon, F., Suppan, L., Rodieux, F., Lovis, C., Gervaix, A., Ehrlér, F., Manzano, S., & Siebert, J. N. (2021). Impact of a Mobile App on Paramedics' Perceived and Physiologic Stress Response During Simulated Prehospital Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation: Study Nested Within a Multicenter Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, *9*(10). <https://doi.org/10.2196/31748>

Le Bastard, Q., Rouzioux, J., Montassier, E., Baert, V., Recher, M., Hubert, H., Leteurtre, S., & Javaudin, F. (2021). Endotracheal intubation versus supraglottic procedure in paediatric out-of-hospital cardiac arrest: a registry-based study. *Resuscitation*, *168*, 191-198. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.08.015>

Lee, J., Yang, W. -C., Lee, E. -P., Huang, J. -L., Hsiao, H. -J., Lin, M. -J., & Wu, H. -P. (2019b). Clinical Survey and Predictors of Outcomes of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest Admitted to the Emergency Department. *Scientific Reports*, *9*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43020-0>

Lee, Y. J., Song, K. J., Shin, S. D., Lee, S. C., Lee, E. J., Ro, Y. S., & Ahn, K. O. (2019a). Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation Program and Outcomes After Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Pediatric Emergency Care*, *35*(8), 561-567. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001365>

Madar, J., Roehr, C. C., Ainsworth, S., Ersdal, H., Morley, C., Rüdiger, M., Skåre, C., Szczapa, T., te Pas, A., Trevisanuto, D., Urlesberger, B., Wilkinson, D., & Wyllie, J. P. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Newborn resuscitation and support of transition of infants at birth. *Resuscitation*, *161*, 291-326. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.014>

Matsuyama, T., Komukai, S., Izawa, J., Gibo, K., Okubo, M., Kiyohara, K., Kiguchi, T., Iwami, T., Ohta, B., & Kitamura, T. (2020). Pre-Hospital Administration of Epinephrine in Pediatric Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Journal of the American College of Cardiology*, 75(2), 194-204. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.10.052>

Murasaka, K., Yamashita, A., Owada, H., Wato, Y., & Inaba, H. (2023). Association between the types of bystander cardiopulmonary resuscitation and the survival with good neurologic outcome of preschool pediatric out-of-hospital cardiac arrest cases in Japan: A propensity score matching analysis using an extended nationwide database. *Frontiers in Pediatrics*, 10. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.1075983>

Mixa, V., Heinige, P., & Vobruba, V. (2021). *Dětská přednemocniční a urgentní péče* (Druhé, přepracované a doplněné vydání). Grada Publishing.

Nikolaou, N., Dainty, K. N., Couper, K., Morley, P., Tijssen, J., Vaillancourt, C., Olasveegen, T., Mancini, M. B., Travers, A., Løfgren, B., Nishiyama, C., Stanton, D., Ristagno, G., Considine, J., Castren, M., Smyth, M., Kudenchuk, P., Escalante, R., Gazmuri, R., et al. (2019). A systematic review and meta-analysis of the effect of dispatcher-assisted CPR on outcomes from sudden cardiac arrest in adults and children. *Resuscitation*, 138, 82-105. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.02.035>

Olson, T., Anders, M., Burgman, C., Stephens, A., & Bastero, P. (2022). Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adults and children: A review of literature, published guidelines and pediatric single-center program building experience. *Frontiers in Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.935424>

Seaman, K. G., & Anders, J. (2021). “Shockingly” good long-term outcomes after pediatric OHCA, paired with high quality CPR can maximize pediatric survival outcomes. *Resuscitation*, 166, 137-138. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.06.015>

Stewart, S., Briggs, K. B., Fraser, J. A., Svetanoff, W. J., Waddell, V., & Oyetunji, T. A. (2023). Pre-hospital CPR after traumatic arrest: Outcomes at a level 1 pediatric trauma center. *Injury*, 54(1), 15-18. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.09.059>

Šeblová, J., & Knor, J. (2018). *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře* (2., doplněné a aktualizované vydání). Grada Publishing.

Tham, L. P., Fook-Chong, S., Binte Ahmad, N. S., Ho, A. F. -W., Tanaka, H., Shin, S. D., Ko, P. C. -I., Wong, K. D., Jirapong, S., Rao, G. V. R., Cai, W., Al Qahtani, S., & Ong, M. E. H. (2022). Pre-hospital airway management and survival outcomes after paediatric out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation*, *176*, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.04.018>

Tham, L. P., Wah, W., Phillips, R., Shahidah, N., Ng, Y. Y., Shin, S. D., Nishiuchi, T., Wong, K. D., Ko, P. C. -I., Khunklai, N., Naroo, G. Y., & Ong, M. E. H. (2018). Epidemiology and outcome of paediatric out-of-hospital cardiac arrests: A paediatric sub-study of the Pan-Asian resuscitation outcomes study (PAROS). *Resuscitation*, *125*, 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.01.040>

Van de Voorde, P., & Nigel M., T. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation*, *2021*(161), 327-387.

Veselá, K., Kolouch, P., Peřan, D., & J., B. (2017). VII. ODBORNÉ SYMPOSIUM „RESUSCITACE 2017“. Česká resuscitační rada.

Zhang, X. M., Zhang, W. W., Wang, C. H., Tao, W. Y., Dou, Q. L., & Yang, Y. Z. (2019). Chest-compression-only versus conventional cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children with out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, *134*, 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.10.032>

Seznam zkratek

ALS	Advanced Life Support
BLS	Basic Life Support
CPC/PCPC	Pediatric Cerebral Performance Category
CPR	Cardiopulmonary resuscitation
ELSO	The Extracorporeal Life Support Organization
ETI	Endotracheální intubace
EtCO ₂	End-tidal CO ₂
IHCA	In Hospital Cardiac Arrest
KPR	Kardiopulmonální resuscitace
NZO	Náhlá zástava oběhu
OHCA	Out of Hospital Cardiac Arrest
PALS	Paediatric advanced life support
PEA	Bezpulzová elektrická aktivita srdce
PNP	Přednemocniční neodkladná péče
ROSC	Restore of Spontaneous Circulation
SIDS	Syndrom náhlého úmrtí kojence