

# Barotrauma jako následek laické základní kardiopulmonální resuscitace

MUDr. Markéta Nowaková<sup>1,2</sup>, MUDr. Bořek Trávníček<sup>1</sup>,  
MUDr. Jan Pavlíček, Ph.D.<sup>2,3</sup>, doc. MUDr. Michal Hladík, Ph.D.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Oddělení pediatrické resuscitační a intenzivní péče, Klinika dětského lékařství, Fakultní nemocnice Ostrava

<sup>2</sup>Lékařská fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava

<sup>3</sup>Oddělení dětské a perinatální kardiologie, Klinika dětského lékařství, Fakultní nemocnice Ostrava

Kardiopulmonální resuscitace je soubor neodkladných úkonů zaměřených na udržení volných dýchacích cest a obnovu dýchání a cirkulace u jedince se zástavou oběhu. I přes správné provedení může mít své vzácné komplikace, mezi které patří poranění parenchymatózních orgánů, fraktury žeber nebo barotrauma. Autoři představují kazuistiku pětíměsíčního dítěte s rozsáhlým barotraumatem po telefonicky asistované neodkladné resuscitaci rodinným příslušníkem.

**Klíčová slova:** barotrauma, kardiopulmonální resuscitace, pneumotorax, pneumoperikard.

## Barotrauma as a consequence of lay rescuer basic life support

Cardiopulmonary resuscitation is a chain of urgent procedures aimed at maintaining a patent airway and restoring ventilation and circulation in an individual with cardiac arrest. Complications from appropriately applied resuscitative techniques are rare but can be encountered (abdominal parenchymal injury, rib fractures, barotrauma). The authors present a case report of a five-month-old child with extensive barotrauma resulting from phone-assisted basic life support by a layperson (caregiver).

**Key words:** basic life support, barotrauma, pneumothorax, pneumopericardium.

## Úvod

Kardiopulmonální resuscitace (KPR) je soubor neodkladných úkonů zaměřených na udržení volných dýchacích cest a obnovu dýchání a cirkulace u jedince se zástavou oběhu (1, 2, 3). Zástava oběhu může být primární na podkladě primární srdeční zástavy nebo sekundární na podkladě zástavy dýchání s hypoxickou kardiální zástavou. Základní neodkladná resuscitace (basic life support- BLS) je prováděna laiky i zdravotnickými profesionály, a to bez použití speciálních pomůcek a medikamentů nebo za použití automatického externího defibrilátoru (AED). Rozšířená KPR (advanced life support-ALS) je následně poskytována školenými zdravotnickými pracovníky a zahrnuje použití pomůcek k zajištění adekvátní

ventilace a oxygenace (vzduchovody, samorozpínací vaky, kyslíková terapie, endotracheální rourky, supraglotické pomůcky, napojení na ventilátor, kapnometrie a měření saturace), zajištění intravenózního nebo intraoseálního vstupu a podávání léků. V dospělé populaci je většinou, přibližně v 80 %, vedoucí příčinou zástavy oběhu primární kardiální zástava na podkladě ischemie myokardu, zatímco v dětském věku jednoznačně dominuje sekundární srdeční zástava na podkladě probíhající hypoxemie v důsledku selhání ventilace nebo oxygenace (1). Z tohoto vyplývají i zásadní rozdíly v KPR u dětí a dospělých. V dětském věku je prioritou zprůchodnění dýchacích cest a podání kyslíku. Pouze v případě podezření na primární kardiální zástavu (náhlý kolaps

viděný svědkem) je stejně jako u dospělého jedince zásadní aktivace záchranného systému (volat ihned), zahájení kardiopulmonální resuscitace a časná defibrilace v případě defibrilovatelného srdečního rytmu (AED, manuální defibrilátor). Základní pediatrická laická resuscitace je prováděna v jednotlivých krocích, jejichž posloupnost je přesně stanovena (1, 2, 3). V případě telefonicky asistované neodkladné resuscitace (TANR) vede laika dispečer záchranné služby. Kardiopulmonální resuscitace i přes správné provedení může mít své komplikace. Mezi ně náleží skeletární poranění (dominující poranění u dospělých; fraktury žeber, fraktura sternu), poranění plic (aspirace, pneumotorax a pneumomediastinum), poranění srdce (perikardiální poranění,

poranění stěny srdce). Poraněny mohou být i parenchymatózní orgány dutiny břišní (játra, slezina, žaludek). Incidence je vyšší při použití mechanického systému pro komprese hrudníku (tzv. LUCAS). Vyšetření hrudníku a břicha ultrazvukem (UZV) v průběhu a po úspěšné KPR je vhodné a doporučované k odhalení jak možných příčin zástavy oběhu, tak k vyloučení některých výše zmíněných komplikací, které mohou být život ohrožující (4).

Autoři představují kazuistiku pětíměsíčního dítěte s rozsáhlým barotraumatem po telefonicky asistované neodkladné resuscitaci rodinným příslušníkem.

## Kazuistika

Kazuistika popisuje případ pětíměsíčního chlapce s významnými riziky perinatálního údobí. Dítě bylo z páté, nesledované rizikové gravidity s předčasným porodem ve 29. gestačním týdnu (matka sérologicky pozitivní na hepatitidu C, abúzus pervitinu). Jednalo se o indukovaný porod pro předčasný odtok plodové vody. Dítě se narodilo spontánně záhlavím, po vybavení s nutností krátké podpory dechu samorozpínacím vakem. Apgar skóre 7-9-10 bodů, porodní hmotnost 1310 g. Po zajištění na porodním sále bylo dítě hospitalizováno na jednotce neonatální intenzivní a resuscitační péče. Celkově vyžadovalo distenční ventilační podporu (nCPAP) po dobu 12 dní, pro ikterus podstoupilo fototerapii. Od šestého dne chlapec plně toleroval enterální živění. Po 30 dnech hospitalizace a sociálním šetření byl propuštěn do domácí péstounské péče.

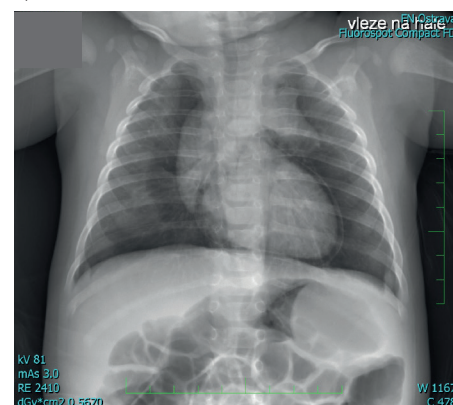
Ve věku pěti měsíců se z plného zdraví při krmení objevil náhlý stav hypotonie s alterací dýchání, dítě nereagovalo na zevní podněty. Pěstounka zavolala tísňovou linku rychlé záchranné služby (RZP). Vzhledem k popsanému stavu dispečer zahájil TANR a instruoval pěstounku k provedení 5 úvodních vdechů do úst a nosu dítěte a následně kompresím hrudníku a dýchání v poměru 15 : 2. Po dvou sériích kompresí a vdechů dítě začalo projevovat známky života – objevil se pláč a spontánní pohyb. Při příjezdu RZP již dítě silně plakalo, spontánně ventilovalo s dobrou saturací a bylo plně při vědomí. Pod pracovní diagnózou akutní život ohrožující epizody (acute life threatening episode – ALTE) na podkladě suspektní aspirace se dítě převezlo

cestou RZP na halu urgentního příjmu spádové nemocnice, kde následovala vstupní diagnostika. Rentgenové vyšetření hrudníku (RTG) prokázalo pneumoperikard a drobný pneumotorax (PNO) vpravo (obr. 1), vyšetření počítačovou tomografií (CT) hrudníku (Obr. 2, 3, 4, 5) pak odhalilo rozsáhlý bilaterální ventrální pneumotorax a pneumoperikard s drobnými fisurami plicní tkáně. Vzhledem k dobré mechanice dýchání, adekvátnímu nálezu ve vyšetření krevních plynů a normosaturaci dítěte bez oxygenoterapie se dále pokračovalo v konzervativní terapii (klid na lůžku, monitorované lůžko, infuzní terapie, analgie). Při detailnějším odebrání anamnézy vyplynulo, že umělé dechy aplikované pěstounkou do úst a nosu byly nadměrné (vdechnutí celého dechového objemu plic pěstounky do dýchacích cest dítěte bez korekce dle exkurze hrudníku). Po dobu hospitalizace zůstal stav dítěte ventilačně i oběhově stabilní, laboratorně rovněž bez pozoruhodností kromě přechodného vzestupu troponinu (troponin 300 ng/L s poklesem na 7,9 ng/L během 48 hod), vyšetření krevních plynů opakovaně v normě. Provedené kardiologické vyšetření neprokázalo známky anatomické či funkční alterace srdce, na kontrolním bočním a předozadním RTG snímku hrudníku po 72 hodinách se potvrdila plná regrese pneumoperikardu (Obr. 6, 7) a již jen zbytkový ventrální PNO. Ultrazvuk (UZ) břicha byl bez patologie. Po 5 dnech na jednotce intenzivní péče se chlapec ve stabilizovaném stavu přeložil k došetření na oddělení dětské neurologie. Po kompletizaci vyšetření (elektroencefalogram, UZV mozku a neurologické zhodnocení – vše v normě) byl chlapec propuštěn do domácí péče.

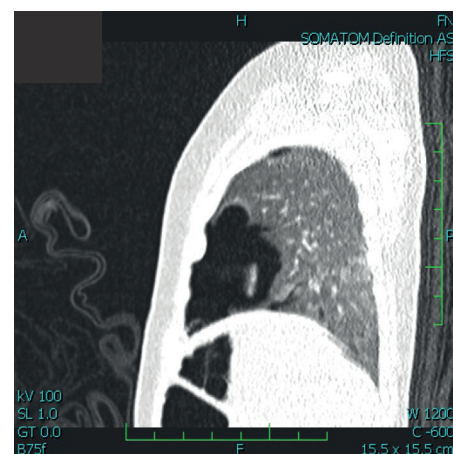
## Diskuze

Kardiopulmonální resuscitace je život zachraňující série úkonů k zajištění obnovy dodávky kyslíku životně důležitým orgánům. Vzhledem k anatomicko-fyziologickým odlišnostem a etiologickým rozdílům zástavy oběhu mezi dětmi a dospělými se algoritmus KPR pediatrický a adultní liší. U dětí aplikujeme 5 úvodních dechů, poměr komprese se vdechy je 15 : 2, záchranný systém aktivujeme po 1 minutě KPR. U dospělých aktivujeme záchranný systém ihned, poměr komprese se vdechy 30 : 2, snaha je o co nejčasnější

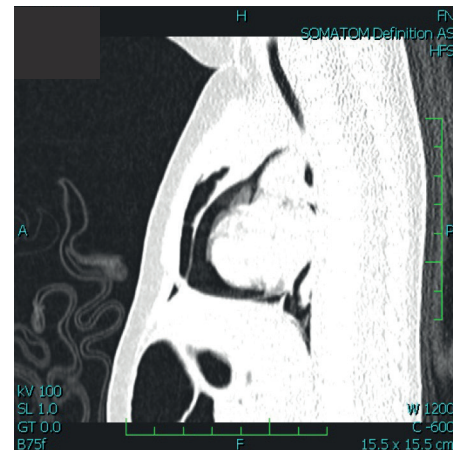
**Obr. 1.** RTG hrudníku – pneumoperikard, pruhy projasnění paratracheálně vlevo a lem PNO vpravo apikálně na 4 mm



**Obr. 2.** CT hrudníku – ventrální PNO vlevo

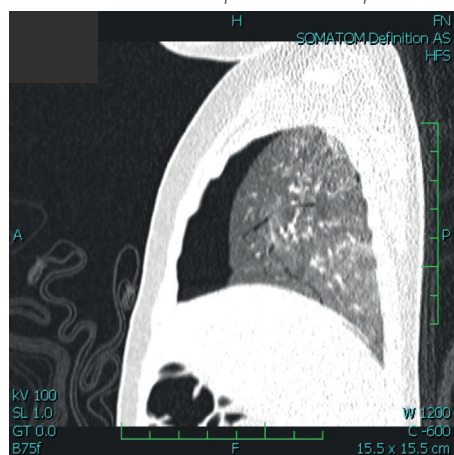
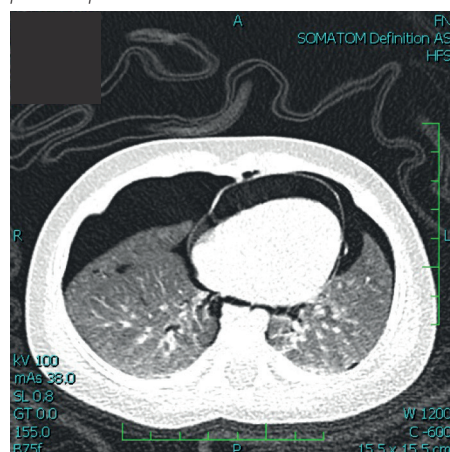
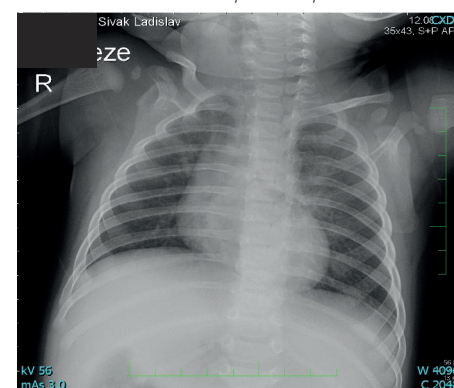


**Obr. 3.** CT hrudníku – pneumoperikard



zajištění defibrilace (AED nebo defibrilátor) (1, 2). Pouze v případě přímo viděného kolapsu u dítěte je možno použít postup pro dospělé (1, 2, 3). Jako každý medicínský postup i KPR má své nežádoucí účinky a možné komplikace. Incidence závažných komplikací (např. PNO, pneumoperitoneum, poranění jater a sleziny, fraktury žebor) je u adekvátně prováděné resuscitace velmi nízká, zejména u dětí, a pohybuje se do 3 % (3). Barotrauma



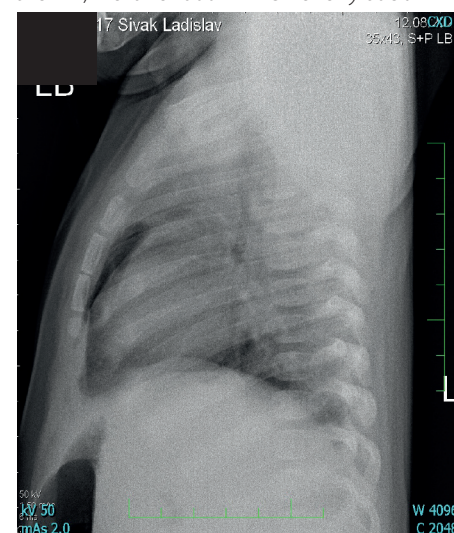
**Obr. 4.** CT hrudníku – pneumotorax vpravo**Obr. 5.** CT hrudníku – ventrální PNO bilaterálně, pneumoperikard**Obr. 6.** Kontrolní RTG hrudníku – na snímku v předozadní projekci plíce rozvinuté, bránice hladké, zevní kostofrenické úhly volné, srdce nerozšířeno, srdeční stín bez známek pneumoperikardu

(PNO) může vzniknout jako následek insuflace neadekvátního objemu vzduchu při umělých vdeších, ať už bez pomůcek nebo při použití ambuvaku. Dle doporučení Evropské resuscitační rady probíhají umělé dechy pomalu, každý po dobu zhruba 1 sekundy, a to tak, aby došlo jen k mírnému adekvátnímu vzdušnému nadechání hrudní stěny. Rozsah jejího pohybu by měl imitovat běžný dechový vzorec dítěte (1, 2, 3). Důležité je ponechat řádnou dobu na výdechu, stěnu hrudní necháváme poklesnout do neutrální polohy. Pro záchránce je nutné dostatečně se mezi jednotlivými dechy nadechnout pro maximalizaci podávaného kyslíku, frakce kyslíku ve vydechovaném vzduchu se pak pohybuje kolem 16–17 %. Nadměrné rozepjetí hrudní stěny u pacienta je spojeno s riziky distenze žaludku, možné aspirace nebo barotraumat. Barotrauma jako následek nepřiměřené KPR je dokumentováno v naší kazuistice, kde se projevilo jako kombinace pneumotoraxu a vzácnějšího pneumoperikardu (5, 6). V případě pneumoperikardu se s největší pravděpodobností jednalo o tzv. Meklinův efekt – vznik pneumomediastinu a pneumoperikardu na podkladě tupého poranění plicních alveolů

a rozvoje intersticiálního plicního emfyzému s následným šířením vzduchu podél bronchovaskulárních svazků do mediastinu a perikardiálního prostoru (6, 7). Naše kazuistika rovněž demonstruje záludnost ventrálního typu pneumotoraxu, který nemusí být na klasických a nejčastěji prováděných předozadních projekcích patrný a může dojít k jeho přehlédnutí. Po resuscitační příhodě a provedení KPR je nutné na její možné komplikace myslet a doplnit potřebná další vyšetření: RTG hrudníku, echokardiografii a UZV vyšetření hrudníku a parenchymatózních orgánů (4).

## Závěr

Při kardiopulmonální resuscitaci je nutné dodržovat doporučené postupy, které jsou kromě léčebného efektu důležité i jako prevence vzniku potenciálně život ohrožujících komplikací. I přes správné provedení může mít resuscitace své komplikace, mezi které patří poranění plic a srdce včetně barotraumat, poranění parenchymatózních orgánů nebo fraktury skeletu. Pro zdravotnický personál jsou pravidelná školení či certifikované kurzy KPR povinností a potřebností pro dosažení

**Obr. 7.** Kontrolní RTG hrudníku – na bočním snímku pruh projasnění pod přední hrudní stěnou širší 4 m, menší reziduum PNO nelze vyloučit

jistoty stran ventilace a komprese hrudníku u jednotlivých věkových kategorií. Je rovněž žádoucí, aby každý rodič či pečovatel o dítě byl v zásadách resuscitace dítěte poučen. K tomu lze využít jak dostupné literatury pro laickou veřejnost (brožury v porodnici), tak edukaci registrujícím praktickým lékařem pro děti a dorost.

## LITERATURA

1. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, et al. Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015, Souhrn doporučení. Urgentní medicína, mimořádné vydání 2015; 18: 36–47.
2. <https://www.resuscitace.cz/doporucene-postupy>.
3. Bon C, Berzon B, Schechter J. Cardiopulmonary resuscitation. In: emedicine.medscape.com. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/1344081-overview#a1>.

4. Nadkarni V, Hazinski MF, Zideman D et al. Pediatric Resuscitation. An Advisory Statement From the Pediatric Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. Circulation 1997; 95(8): 2185–2195.
5. Miller AC, Rosati SF, Suffredini AF, Schrum DS. A systematic review and pooled analysis of CPR-associated cardiovascular and thoracic injuries. Resuscitation 2014; 85(6): 724–731.

doi: 10.1016/j.resuscitation.2014. 01. 028.

6. Wintermark M, Schnyder P. The Macklin Effect. A frequent etiology for pneumomediastinum in severe blunt chest trauma. Clinical Investigation in Critical Care 2001; 120(2): 543–547
7. Cools B, Plaskje K. Unsuccessful resuscitation of a preterm infant due to a pneumothorax and a masked tension pneumopericardium. Case report 2008; 78(2):236–239.