

# Závažné kraniotrauma v dětském věku: význam včasné ofenzivní terapie

## Severe Head Injury in Childhood: the Importance of Early Offensive Therapy

J. KNOR<sup>1,2,4</sup>, J. PEKARA<sup>4</sup>, P. PAVLÍČEK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje, Kladno

<sup>2</sup> Klinika anesteziologie a resuscitace 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

<sup>3</sup> Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

<sup>4</sup> Vysoká škola zdravotnická, Praha

### SUMMARY

The case report presents the case of a five-year-old boy who fell off a scooter and sustained a blow to the left temporal region of his head. During a CT examination in the district hospital he suddenly showed a deterioration in the level of consciousness. Subsequent treatment along with transport to a specialized department were aimed at preventing secondary pathological changes and maintaining pressure-volume homeostasis of the brain. High-quality controlled ventilation with effective pharmacotherapy and gentle transport were essential. At the target specialized department, cerebral oedema in the left temporal region and aspiration in the right upper lung lobe were identified. The boy was extubated after 6 hours of controlled ventilation and discharged to an intermediate care bed two days later without any serious consequences.

**Key words:** cerebral oedema, haemodynamic swelling, severe head injury.

### ÚVOD

Publikované dlouhodobé řady Ústavu zdravotnických informací a statistiky České republiky (ÚZIS) zahrnují vývoj v letech 2007–2017. Z nich vyplývá, že došlo ke zvýšení ročního počtu pacientů ošetřených zdravotnickou záchrannou službou (ZZS) v ČR o cca 30 % (tj. cca o 300 000 pacientů) za jedenáct let. K tomu je také nutné dodat, že o 100 % vzrostl počet zásahů u úrazových stavů u pacientů ve věkové skupině 0 až 3 roky a současně také ve skupině seniorů (65+) (7). V době covidové přibýlo majitelů koloběžek, bazénů, trampolín a téměř se vyprodala cyklistická kola.

Úrazové poškození mozku je hlavní příčinou smrti nebo trvalých následků u dětí (1). Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje (dále jen ZZS SČK), která poskytuje péči v regionu s 1,3 milionem obyvatel, ošetřila v roce 2020 21493 pacientů s úrazovými diagnózami (9). Z toho 1670 pacientů bylo postiženo mozkolebečním poraněním s poruchou vědomí. Naprosto dominující úrazovou diagnózou mezi těmito pacienty byl otřes mozku (1266 dospělých a 227 dětí). Pacientů s hrubou poruchou vědomí po mozkolebečním poranění, vyžadujících komplexní intenzivní péči s transportem na specializované pracoviště, bylo ošetřeno 164 dospělých a 13 dětí. Dopravní úrazy a pády generovaly až 80 % všech úrazů, jízda na motocyklu byla z pohledu počtu úmrtí nejnebezpečnější. V našich podmínkách dětí s úrazem hlavy vyžadovaly řízenou ventilaci v 6 % případů, někteří autoři uvádějí až 12 % (2).

Příčiny mozkolebečních úrazů se mění s věkem. Děti do 1 roku věku byly ohroženy hlavně pády, mezi 1. a 4. rokem byly hlavní příčinou dopravní nehody, při kterých bylo dítě spolujezdcem v autě, následovaly opět pády. Dopravní úrazy, kdy byly děti zraněny jako chodci, jezdci na

kole nebo koloběžce či spolujezdci v autě, dominovaly mezi 5. a 14. rokem věku. Nikoliv výjimečná byla poranění způsobená pádem z koně, nebo kopnutím koněm (6).

Tupé násilí je v dětském věku nejčastější mechanismus závažného poranění. Obecně u dětí platí, že čím mladší jedinec, tím horší pohybová koordinace a zároveň tím větší plocha tělesného povrchu připadající na hlavu. Nejen kola, ale i koloběžky či odrážedla mohou být zejména pro děti předškolního věku vysoce rizikové dopravní prostředky z pohledu mozkolebečního poranění. Standardní neuroprotektivní péče u závažných mozkolebečních poranění je zaměřena na minimalizaci sekundárního poškození mozku s optimalizací perfuze mozku (CPP) a prevenci nárůstu nitrolebního tlaku (ICP) (1). Neméně důležitá je prevence hypoxie, která má jednak přímý destruktivní vliv na mozkové buňky, jednak vede k produkci prozánětlivých cytokinů IL-6, IL-beta a TNF se všemi důsledky (8).

Využití všech dostupných neuroprotektivních metod již v přednemocniční péči včetně účelné farmakoterapie je pro přežití a prevenci sekundárního postižení mozku klíčové. Možnosti ofenzivní neuroprotektivní přednemocniční péče demonstrujeme na následující kazuistice.

### KAZUISTIKA

Na tísňovou linku 155 došla výzva k akutnímu sekundárnímu transportu z okresní nemocnice, kde se nachází i výjezdové stanoviště záchranné služby (ZZS). Jednalo se o pětiletého chlapce po pádu z koloběžky na hlavu, pacient byl spontánně ventilující. Dojezdová doba lékaře ZZS s posádkou byla 2 minuty od nahlášení, pacient se nacházel na oddělení urgentního příjmu, kam byl urgentně převezen z CT vyšetřovny chvíli před příjezdem záchranné služby. Na místě lékař ZZS zjistil, že k pádu z koloběžky došlo před více než hodinou, chlapec nebyl po pádu na

hlavu údajně v bezvědomí, maminka jej plačícího odvedla domů, kde si stěžoval na velkou bolest hlavy. Proto byl následně rodiči dopraven na chirurgii okresní nemocnice, kde bylo indikováno CT vyšetření hlavy. Při ukončování CT vyšetření došlo náhle k bezvědomí a zvracení, chlapec byl urgentně převezen na urgentní příjem. Lékař ZZS konstatoval hrubou poruchu vědomí na úrovni GCS 2-1-3, chlapec stácel bulby doleva vzhůru, měl mydriatické zornice, vykazoval necílenou reakci na algický podnět. Ležel na pravém boku s trakčním límcem a zajištěným intravenózním (i.v.) vstupem, zvratky byly přítomné v dutině ústní, ventiloval spontánně, byl schopen odkašlat. Pulzace byly hmatné do periferie, akra byla růžová, SaO<sub>2</sub> 98% s přívodem O<sub>2</sub> maskou, systolický krevní tlak 110 mm Hg. Nebyly viditelné další stopy vnějšího poranění. Odhadnutá tělesná hmotnost byla 18 kg. Na místo byli svoláni další lékaři nemocnice (traumatolog, neurolog, intenzivista). Jeden z názorů na další postup byl ponechat chlapce spontánně ventilujícího, aby mohl být kvalitně neurologicky vyšetřen. Lékař ZZS nicméně přistoupil k urgentní orotracheální intubaci (RSI – rapid sequence intubation). Po preoxygenaci venti-maskou s čistým kyslíkem bylo podáno anestetikum i relaxans na jednu oběhovou dobu (propofol 50 mg, succinylcholinjodid 25 mg), tracheální rourka č. 5,0 s následnou řízenou ventilací (Vt 225 ml, f 20/min, FiO<sub>2</sub> 0,5, PEEP+3, PIP 2,0 kPa). Ventilace byla následně podřízena monitoraci parciálního tlaku CO<sub>2</sub> na konci výdechu (EtCO<sub>2</sub>), který byl udržován mezi 4,5–5,0 kPa. Vstupní hodnota EtCO<sub>2</sub> na počátku řízené ventilace byla 7,5 kPa. Před transportem a během transportu byla přidána sedace midazolamem, postupně celkem 3 mg a svalová relaxace pipecuriem, celkem 2 mg pro úplnou compliance s řízenou ventilací. Ventilace byla poslechově lehce oslabena v horním laloku vpravo. Následoval klidný sekundární transport při imobilizaci vakuovou matrací s elevací hlavy a kontinuálním sledováním parametrů vitálních funkcí. Během transportu přišel výsledek CT vyšetření prokazující pouze fisuru lebky temporálně vlevo. Předání na spádové dětské traumacentrum proběhlo po 40 minutách bez komplikací. Zde bylo provedeno opakované CT vyšetření prokazující patologické ložisko vlevo temporálně, vyhodnocené jako kontuze s edémem mozku bez přesunu středových struktur. Na rtg byla popsána aspirace do pravého horního plicního laloku. Bylo pokračováno v řízené ventilaci, chlapec se nicméně probouzel, vyžadoval další dávky sedativ. Byla nasazena antiedematózní a antibiotická terapie. Po svolání intenzivistického a neurochirurgického konsilia byl chlapec odtlumen a po celkem 6 hodinách řízené ventilace extubován. Přetrvávala mírná porucha vědomí, nicméně byl oslovitelný, snažil se mluvit, vlhce kašlal a pro neklid byl na noc tlumen dexmedetomidinem. Další den byla vysazena veškerá sedace, stav vědomí se zlepšil do mírné zmatenosti, ale výzvě cíleně vyhověl, po dvou dnech byl přeložen na lůžko intermediální péče bez závažných následků.

## DISKUSE

Prioritním přístupem k pacientovi s mozkolebečním poraněním je vyhodnocení patofyziologické podstaty

poranění. Tupý úraz hlavy v oblasti temporální oblasti s hrubou poruchou vědomí signalizuje poranění části mozkové tkáně s možnou ireverzibilní ztrátou anatomického substrátu mozkových funkcí (6). Předpokládat nejhorší možnou variantu je v podmínkách omezených diagnostických možností správným přístupem. Při předpokladu ireverzibilního traumatu mozku (mozková kontuze nebo difúzní axonální trauma) je nutné zároveň počítat se sekundárním, tedy preventabilním poraněním. U intrakraniálních příčin se jedná o hematomy (intracerebrální, epidurální nebo subdurální) a edém mozku s hemodynamickým zduřením. Právě edém mozku s hemodynamickým zduřením jsou významně negativně potencionovány hypoxií a hypotenzí, tedy extrakraniálními faktory, které lze do značné míry ovlivnit ofenzivní léčbou (8). Před zajištěním našeho pacienta přistupuje hypoventilace s podezřením na aspiraci zvratků, což může zásadně ovlivnit tenzi krevních plynů s prohloubením původních patologických změn (5).

Edém a hemodynamické zduření (turgescence) vede k vzestupu intrakraniálního tlaku hromaděním tekutiny v rozšířeném cévním řečišti mozku. Původcem je jednak hypoxie, jednak nedostatečný odsun oxidu uhličitého (hyperkapnie) a následná mimobuněčná acidóza. Hyperkapnie v akutním stadiu zvětšuje náplň cévního mozkového řečiště generalizovaným ochrnutím cév selháním autoregulačních procesů, způsobuje neuronální poškození v okrajových zónách. Procesy, jež dohromady nazýváme „swelling process“ (edém a turgescence), vedou ke zvětšení objemu a následnému zvýšení intrakraniálního tlaku (ICP). Je tak porušena tlakově objemová homeostáza nitrolebního prostoru, jak ji definuje Monroova-Kellieho doktrína (1824) (6).

## Terapeutické možnosti

**Poloha a transport.** Prvním efektivním, podstatným a rovněž nejsnadnějším úkonem pro terapii swellingu v terénu je zvýšení polohy hlavy a vrchní části těla o nejméně 30 stupňů (drenážní poloha) za účelem gravitační drenáže tkáně mozku. Naprosté znehybnění (optimálně celého těla) vakuovou matrací by mělo být samozřejmostí. U přesunu takto zraněného pacienta se jedná o kompromis mezi rychlostí s časnou dostupností neurochirurgického oddělení a šetrností s vyvarováním se vnějším mechanickým stimulům, které vedou ke zvýšení nitrolebního tlaku. Díky kvalifikovaně (a šetrně) provedenému transportu pak můžeme do velké míry omezit transportní trauma, jež by potenciálně mohlo transport nepříjemně komplikovat, a to možným prohloubením sekundárního poškození mozku (4).

**Řízená ventilace u kraniotraumatu.** Většina autorů indikuje IPPV (umělá plicní ventilace přerušovaným přetlakem) u každého pacienta s poraněním hlavy a následným bezvědomím s GCS < 8. Správnost tohoto názoru potvrzuje i naše kazuistika, neboť právě díky IPPV s pečlivým monitorováním bylo možné udržovat klíčové parametry (PEEP, EtCO<sub>2</sub> a SaO<sub>2</sub>) ve fyziologických mezích a zabránit preventabilnímu poškození mozku (3, 5, 8).

Je nezbytné, aby byla urgentní orotracheální intubace (RSI) provedena včas a tak, aby nedošlo ke zhoršení

hypoxie. RSI vyžaduje farmakologickou přípravu u valné většiny pacientů s kraniotraumatem. Dle našich zkušeností je řízená ventilace s přerušovaným přetlakem indikována nejen u každého pacienta s GCS 8 nebo nižším, ale také u každého pacienta s hypoventilací, plicní dysfunkcí či aspirací, současně by hodnota pozitivního tlaku na konci výdechu (PEEP) neměla překročit 5 mm Hg, byť někteří autoři uvádí bezpečnou horní hranici PEEP do +8 bez vlivu na zvýšení ICP (3). Řízená ventilace je nutná i u pacientů s hyperventilací způsobenou vzestupem koncentrace iontů vodíku (pH) v mozkomíšním moku při ischemii mozku a také u pacientů, jež nereagují na bolestivý stimul a u pacientů s protrahovanými křečovými stavy.

Při kraniotraumatu má řízená ventilace následující výhody: snížení dechové práce, stabilní homeostázu krevních plynů, kardiovaskulární stabilitu a podání analgetik a sedativ bez rizika hypoventilace s následným nedostačným přísunem kyslíku a odsunem oxidu uhličitého.

K parametrům řízené ventilace je doporučována normoventilace takovým způsobem, abychom  $p_a\text{CO}_2$  (resp. jeho přímý ekvivalent  $\text{EtCO}_2$  – parciální tlak  $\text{CO}_2$  na konci výdechu) udržovali ve fyziologických hodnotách a tím předcházeli nebezpečí plynoucímu z extrémní cerebrální vazokonstrikce při hyperventilaci (5). Náš pacient měl hodnotu  $\text{EtCO}_2$  udržovanou na hladině 4,5 až 5,0 kPa, přičemž vstupní hodnota byla na úrovni 7,5, tedy hyperkapnie z hypoventilace.

**Sedace a relaxace.** Abychom při interferenci s ventilátorem u pacienta nezpůsobili nebezpečné zvyšování intrakraniálního tlaku, obzvláště během transportu, je důležité sladění (compliance) pacienta s řízenou ventilací, a to nejenom při kašli či odsávání, ale také při zachování spontánního dýchání „proti přístroji“ (4). Dostačující stupeň periferní muskulární relaxace je současně podstatným nástrojem redukce nitrohrudního napětí, centrálního venózního tlaku (CVP) a tím zprostředkovaně i nitrolebního tlaku (ICP) (3). Z tohoto pohledu je podstatná i korektní fixace náplastí či obinadla upevňujícího umístění endotracheální rourky – za žádných okolností nesmí utlačovat venózní systém na krku a tím bránit žilnímu návratu.

**Hemodynamika.** U závažných zranění spojených s velkou krevní ztrátou hrozí především systémová hypotenze, jež je jednou z podstatných mechanismů sekundárního poškození mozkové tkáně u kraniotraumatu. Udržení systolického tlaku na hladině alespoň 110 mm Hg nebo středního arteriálního tlaku (MAP) na hladině 80 mm Hg je našim záměrem. Pro udržení perfuzního tlaku mozku (CPP) je nezbytná diference MAP a intrakraniálního tlaku (ICP) alespoň 40 mm Hg ( $\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$ ). V případě, že nelze zachovat výše zmíněné hladiny MAP navzdory odpovídající infuzní léčbě, je k terapii plně indikováno nepřetržité podávání katecholaminů, optimálně se silným vazokonstrikčním efektem (inokonstrikční) – v našem případě to nebylo potřeba (6).

U našeho pacienta byly výše zmíněné úkony realizovány v přednemocničním stadiu s předpokladem závažného kraniotraumatu. Lokální otok mozku v temporální oblasti vlevo byl prokázán při opakovaném CT vyšetření na cílovém pracovišti. Lze se pouze domnívat,

k jak závažnému preventabilnímu poškození mozkové tkáně by došlo, kdyby byl pacient sekundárně transportován bez komplexního intenzivního zajištění, zejména bez kvalitní řízené ventilace.

Z jedné kazuistiky jistě nelze udělat definitivní a sáhodlouhé závěry, nicméně tato kazuistika nabízí modelový příklad pro pochopení postupu, který by měli akceptovat nejenom lékaři ZZS, ale také traumatologové při primárním ošetření pacienta po kraniotraumatu s jasným zhoršováním klinického obrazu. Přivolaný anesteziolog-intenzivista je pak definitivně zodpovědný za další rozhodnutí o postupu léčby, avšak poučený traumatolog může pacientovi zásadně prospět nejenom přivoláním anesteziologa, ale i určitým tlakem na zajištění pacienta podle v kazuistice poskytnutého návodu.

## ZÁVĚR

Na příkladu pětiletého chlapce jsme potvrdili význam včasného a kvalitního ošetření kraniocerebrálního poranění. Vzhledem k možnostem, kterými dnes disponují záchranné služby, by bylo chybou intenzivní zajištění a péči ponechávat s časovým odstupem na specializovaná pracoviště a dopustit preventabilní sekundární inzult, který může být v konečném důsledku pro pacienta devastující až smrtící.

## Literatura

1. Agrawal S, Branco RG. Neuroprotective measures in children with traumatic brain injury. *World J Crit Care Med.* 2016;5:36–46.
2. Dara PK, Parakh M, Choudhary S, Jangid H, Kumari P, Khichar S. Clinico-radiologic profile of pediatric traumatic brain injury in Western Rajasthan. *J Neurosci Rural Practice.* 2018;9:226–231.
3. De Rosa S, Villa G, Franchi P, Mancino A, Tosi F, Martin MA, Bazzano S, Conti G, Pulitano SM. Impact of positive end expiratory pressure on cerebral hemodynamic in paediatric patients with post-traumatic brain swelling treated by surgical decompression. *PloS One.* 2018;13:e0196980, doi:10.1371/journal.pone.0196980.
4. Poltavski D, Muus K. Factors associated with incidence of “inappropriate” ambulance transport in rural areas in cases of moderate to severe head injury in children. *J Rural Health.* 2005;21:272–277.
5. Rahimi S, Bidabadi E, Mashouf M, Seyed Saadat SM, Rahimi S. Prognostic value of arterial blood gas disturbances for in-hospital mortality in pediatric patients with severe traumatic brain injury. *Acta Neurochir.* 2013;156:187–192.
6. Šeblová J, Knor J (eds). Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. Druhé doplněné a aktualizované vydání. Praha, Grada, 2018, pp 226–229.
7. ÚZIS ČR. Stručný přehled činnosti oboru zdravotnická záchranná služba (ZZS) za období 2007–2017. NZIS REPORT č. K/16. 2018, <https://www.czso.cz/csu/czso/populacni-prognoza-cr-do-2050-n-g9kah2fe2x>
8. Yan EB, Hellewell SC, Bellander BM, Agyapomaa DA, Morganti-Kossmann MC. Post-traumatic hypoxia exacerbates neurological deficit, neuroinflammation and cerebral metabolism in rats with diffuse traumatic brain injury. *J Neuroinflamm.* 2011;8:147–163.
9. Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje: bilanční zpráva za rok 2020. Kladno, ZZS SČK 2021.

## Korespondující autor:

MUDr. Jiří Knor, Ph.D.

Klinika anesteziologie a resuscitace 3. LF UK a FNKV

Šrobárova 50

100 34 Praha 10

E-mail: [jiri.knor@centrum.cz](mailto:jiri.knor@centrum.cz)