

Špecifiká manažmentu kraniocerebrálneho poranenia u detí a indikácia dekompresívnej kraniektómie

MUDr. Peter Koppal¹, MUDr. Ján Šulaj, PhD.¹, MUDr. Oliver Petrík, PhD.²

¹Neurochirurgická klinika SZU, FNŠP F. D. Roosevelta, Banská Bystrica

²II. klinika detskej anestéziológie a intenzívnej medicíny, DFN, Banská Bystrica

Úrazy detí predstavujú vzhľadom na svoj výskyt a následky významný medicínsky problém. Ich liečba vyžaduje častokrát nemalé náklady spojené s potrebou dlhodobej zdravotnej starostlivosti a rehabilitácie. Základným cieľom liečby je protektívny prístup k poraniam mozgu s minimalizáciou rizika nedostatočnej perfúzie mozgu ako základného rizika vážneho neurologického poškodenia. Intrakraniálna hypertenzia u detských pacientov je ako potenciálny život ohrozujúci stav predmetom skúmania v aspektoch diagnostiky a liečby. Princíp zachovania základných kompartmentov v uzavretom priestore intrakrania je nemennou konštantou a terapeutické zásahy smerujú k udržaniu rovnováhy uvedených zložiek s cieľom regulácie intrakraniálneho tlaku so zameraním na zachovanie cerebrálneho perfúzného tlaku. V našej práci sa venujeme kraniocerebrálnym poraniam, pričom sa zameriavame na špecifiká detskej populácie týkajúce sa anatómie, diagnostiky a liečby. Samostatne spomíname operačnú liečbu intrakraniálnej hypertenzie formou dekompresívnej kraniektómie. Využívame pritom práce autorov zahraničných pracovísk. Tento operačný výkon predstavuje radikálny zásah v liečbe intrakraniálnej hypertenzie s nutnosťou ďalšej intenzívnej liečby a potrebou kranioplastiky v neskoršom období. Výsledok je ovplyvnený načasovaním a technikou operačného výkonu. Detskí pacienti sú zároveň zaťažení pomerne vysokou mierou pooperačných komplikácií a potrebou ďalších reoperácií. Pri správnej indikácii dokáže ale pozitívne ovplyvniť ďalšiu prognózu pacienta. Pooperačná starostlivosť je dlhodobá, vyžaduje pravidelné sledovanie pacientov a spoluprácu s pediatričným neurológom a psychológom.

Kľúčové slová: detský vek, kraniocerebrálne poranenie, intrakraniálna hypertenzia, dekompresívna kraniektómia

Management specifics in paediatric patients with traumatic brain injury and indication for decompressive craniectomy

Due to their incidence and consequences injuries in childhood present a major medical problem. Treatment of the patients often requires considerable costs because of the long term health-care and physiotherapy. The primary goal of the therapy is to protect the brain, decrease the risks of insufficient perfusion, as the main factor in developing a severe neurologic injury. Pediatric intracranial hypertension, as a life-threatening condition, is the subject of an investigation on the field of diagnostics and treatment. The principle of maintaining basic compartments in the enclosed intracranial space is constant and all therapeutic interventions lead to preserve the balance of these compartments, to regulate intracranial pressure to maintain cerebral perfusion pressure. This article deals with traumatic brain injury, focusing on its uniqueness in anatomy, diagnostics and therapy in the child age. We focus mainly on the management of intracranial hypertension using the decompressive craniectomy, with the help of the article's data from the foreign workplaces. This surgery procedure represents a radical intervention in the treatment of intracranial hypertension, with the need for subsequent intensive care and cranioplasty later on. The result is affected by the timing and technique of the procedure, pediatric patients bear a relatively high incidence of postoperative complications and the need for further reoperation. Correct indication determines good outcome and prognosis. Postoperative care is long-term and requires routine follow-ups and cooperation with pediatric neurologist and psychologist.

Key words: child's age, traumatic brain injury, intracranial hypertension, decompressive craniectomy

Pediatr. prax, 2020;21(6):255-259

Epidemiológia

Úrazy predstavujú hlavnú príčinu úmrtia a trvalého postihnutia v detskom veku. Z hľadiska úmrtnosti majú najvyšší podiel úrazy pri cestnej doprave, a to hlavne vo veku 5 – 24 rokov. Úrazy, ktoré nesúvisia s dopravou, vznikajú hlavne v domácom prostredí, mechanizmom býva hlavne pád a dominujú poranenia hlavy. Z hľadiska pohlavia prevládajú chlapci a výskyt úrazov narastá hlavne v letnom období (1). Samostatnú skupinu predstavujú úmyselné úrazy, ktoré tvoria zhruba 10 % a sú výsledkom fyzického násillia na deťoch. Vyskytujú sa hlavne v nízkom veku, často ide o ťažké traumatické po-

škodenia spojené s horšou prognózou. Príčiny úrazov a mortalita v populácii závisia ale aj od geografických a socioekonomických podmienok jednotlivých krajín.

Špecifiká detských pacientov

Traumatické poškodenie, liečba a prognóza pacientov závisí od anatomických a fyziologických rozdielov detského a dospelého pacienta. Jedným z hlavných rozdielov je zvýšený obsah vody, nižší stupeň myelinizácie a zvýšený krvný prietok mozgovým tkanivom. To má za následok jeho zvýšenú fragilitu. Pôsobením traumatického mechanizmu

dochádza vplyvom poruchy autoregulácie k ďalšiemu nárastu prietoku krvi mozgom a vzniku hyperémie. Jej následkom môže byť vznik hemodynamického „zdurenia“ mozgového tkaniva (brain swelling) s ďalšou alteráciou autoregulácie až rozvojom mozgového edému a intrakraniálnej hypertenzie. Hlava dieťaťa je pomerom k telu oproti dospelému väčšia a ťažšia, zároveň je, hlavne v prvých rokoch života, nedostatočne vyvinuté šijové svalstvo. Pri úrazoch je preto prítomné vyššie riziko poškodenia vplyvom akceleračno-deceleračných síl. Zároveň je pri detskom mozgu častejšie poškodenie strižným mechanizmom v bielej hmote a ložiskové lézie sú

menej časté (2). Stúpa ale riziko rozvoja mozgového edému a nárastu intrakraniálneho tlaku (ICP). Detský mozog oproti dospelému prijíma vyšší srdcový výdaj, zároveň je pri úrazoch vyššia incidencia epizód hypotenzie so stúpajúcim rizikom ischemických lézií, významné zmeny ICP sú pre nižší vek rizikovejšie. Nižší je aj fyziologický intrakraniálny tlak, z toho vyplývajú aj rozdielne hraničné hodnoty pri liečbe edému mozgu. Kostí lebky sú po narodení mäkkšie a ľahšie podliehajú deformitám, odolnosť proti fraktúram je ale nižšia, kosť dospelého je až 11-krát pevnejšia. Detský mozog, oproti dospelému, má nižšiu hladinu glykoproteínov (chondroitín sulfát proteoglykán), súvisí s tým aj vyššia plasticita, teda schopnosť určitej remodelácie a vysporiadanie sa s traumatickými atakmi. Zároveň je vzhľadom na jeho ďalší vývoj rovnako vyššie riziko neskorých následkov bez možnosti korekcie (1, 3, 4).

Diagnostika v detskom veku

Výšetrenie ultrazvukom sa vzhľadom na svoju neinvazivitu, možnosť opakovania a absenciu radiačnej záťaže využíva hlavne v prvom roku života, a preto je výšetrením prvej voľby pri iniciálnej diagnostike a následných kontrolách. Senzitivita a špecifita výšetrenia je > 91 %. Limitáciou zobrazenia je prítomnosť zachovanej fontanely, komplikovanejšie je aj zobrazenie poranení v oblasti zadnej jamy. CT výšetrenie predstavuje rýchlu diagnostiku, ale pre svoju radiačnú záťaž nie je vhodné na opakované použitie hlavne v nižšom veku. Pre ročné dieťa predstavuje CT výšetrenie riziko onkologického ochorenia s pravdepodobnosťou 1 : 1 500 (5). Napriek tomu zostáva CT hlavou diagnostickou modalitou v diagnostike kraniocerebrálnych poranení (detekcia fraktúr, krvácania, pneumocefalu a edému mozgu). Známkou zvýšeného intrakraniálneho tlaku, rovnako ako u dospelých, býva kompresia alebo vymiznutie bazálnych cisterien. Ich zachovanie na CT výšetrení u detí ale nemusí nevyhnutne znamenať normálny intrakraniálny tlak (6, 7). MR výšetrenie je vhodné na diferenciálnu diagnostiku subakútneho a chronického subdurálneho krvácania, ako aj parenchýmových lézií a venózných trombóz. V zobrazení čerstvého krváca-

nia sa využívajú hlavne GRE sekvencie (gradient echo). Nevýhodou výšetrenia je časová náročnosť, nutnosť transportu a sedácie dieťaťa.

Monitoring v intenzivistickej starostlivosti

Po základnej diagnostike a stabilizácii stavu pacienta je súčasťou ďalšej starostlivosti pri kraniocerebrálnych poraneniach monitoring zameraný hlavne na prevenciu rozvoja a liečbu intrakraniálnej hypertenzie. Následkom primárneho poranenia pri úraze dochádza k poruche hematoencefalickej bariéry (HEB) a autoregulačnej schopnosti ciev s následným vznikom hemodynamického zdurenia mozgu – brain swelling. Nárastom ICP sa zhorší prietok krvi mozgovým tkanivom, čo vedie k vzniku cytotoxického edému. Uvedené mechanizmy vedú k rozvoju ďalších poškodení a ischemických ložísk a vzhľadom na priestorovú limitáciu objemu neurokrania môže progresia opuchu viesť k herniácii mozgu. Monitoring intrakraniálneho tlaku snímačom je jedným zo základných parametrov určujúcich terapeutické postupy. Snímač je zavádzaný za aseptických podmienok do čelového laloka, najčastejšie vpravo, z návrtnu pred koronárnou sutúrou. Hodnota ICP je dynamická, pre interpretáciu je potrebná jeho výška a rovnako aj dĺžka trvania. Zvýšené hodnoty v trvaní do 5 minút nie sú považované za signifikantné (5). Podľa posledných odporúčaní sa hodnota > 20 mmHg v trvaní > 5 minút považuje za hraničnú pre liečbu intrakraniálnej hypertenzie (8). Potrebná je ale aj korekcia s ohľadom na vek. U novorodencov a dojčiat je normálna hodnota ICP medzi 2 – 4 mmHg, u mladších detí 3 – 7 mmHg a u starších detí a dospelých medzi 5 – 15 mmHg (1, 9, 10). Deti majú nižší stredný arteriálny tlak, zníženú schopnosť autoregulácie perfúzneho tlaku a zvýšenú priepustnosť HEB. Tieto faktory zvyšujú riziko rozvoja mozgového edému a ischemie (7). Dĺžka merania ICP nie je presne definovaná, rozvoj intrakraniálnej hypertenzie nastáva najčastejšie 2. – 3. deň hospitalizácie, toto riziko môže ale pretrvávajúť aj do konca prvého týždňa. Cerebrálny perfúzny tlak (CPP) je hodnota odvodená rozdielom ICP a stredného arteriálneho tlaku. Podobne ako hodnota ICP, je závis-

lý od veku pacienta, minimálna hodnota pre vek do 5. roka je 40 mmHg, medzi 5. – 11. rokom je 50 mmHg a vo vyššom veku 55 – 60 mmHg (1, 5). Na udržanie dostatočného prietoku krvi mozgom je potrebný adekvátny krvný tlak a objem cirkulujúcich tekutín, ako aj primeraná hodnota ICP. Z terapeutického hľadiska je potrebné sledovanie oboch parametrov. Transkraniálne dopplerovské zobrazenie umožňuje sledovať prietokové parametre v cievach a stanoviť prítomnosť intrakraniálnej hypertenzie ešte pred rozvojom klinických príznakov. Vykonáva sa cestou squama ossis temporalis a využíva sa aj na detekciu vazospazmov. Výhodou je možnosť opakovania výšetrenia, interpretácia výsledku ale závisí aj od skúsenosti diagnostika. Ultrazvuk sa využíva aj pri meraní šírky pošvy zrakového nervu. Hodnota koreluje s výškou ICP. Zvýšený tlak sa prejaví pri náraste hodnoty šírky nad 4 mm do 1. roka a nad 4,5 mm u starších detí (10). Z ďalších výšetrení sa využíva metóda NIRS (near-infrared spectroscopy) na lokálne meranie oxygenovaného/deoxygenovaného hemoglobínu v mozgu, meranie PRx – hodnotenie cerebrálnej autoregulácie vyjadrujúce zmeny ICP v pomere k zmenám MAP (5), a detekcia lokálneho PbtO₂ – extracelulárneho tlaku kyslíka v mozgu s možnosťou diagnostiky ischemie alebo hyperémie (5, 8).

Liečba

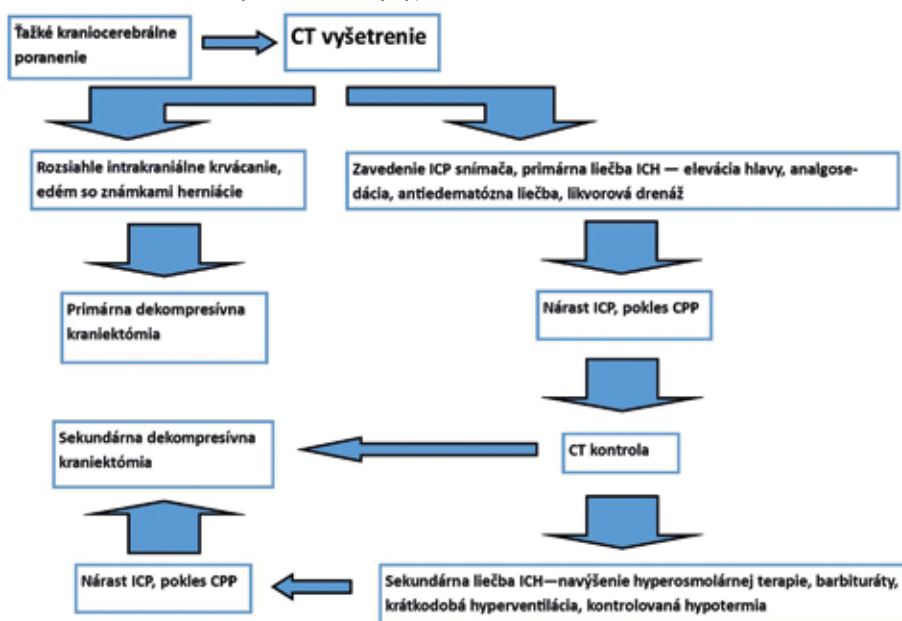
Po zaistení dýchacích ciest a cievnych vstupov u pacienta v stave bezvedomia je dôležitá adekvátna analgézia, sedácia a nastavenie ventilačného režimu s cieľom udržania hodnoty kapnie na dolnej hranici normy. Telesná teplota je sledovaná s prevenciou rozvoja hypo a hypertermie (35 – 38 °C) – s cieľom zachovať normotermiu. Pre potrebu udržania stability vnútorného prostredia je sledovaný príjem a výdaj tekutín a pravidelne kontrolované biochemické parametre, zmeny v krvnom obraze a hodnoty hemokoagulácie. Na uľahčenie venózneho návratu a prevenciu rozvoja intrakraniálnej hypertenzie (ICH) sa odporúča elevácia hlavy 15 – 30 stupňov (11). Účinnosť podávania antiepileptík na prevenciu vzniku záchvatov nie je potvrdená, v prípade indikácie liečby sa odporúča levetiracetam. V liečbe ICH je rozlišovaná

terapia prvého a druhého stupňa. V prvej línii liečby je uvádzaná drenáž likvoru prostredníctvom katétra zavedeného do postrannej komory. V prípade úzkeho komorového systému pri známkach ICH je ale tento výkon komplikovaný (1). Ďalším krokom je hyperosmolárna liečba manitolom alebo hypertonickým roztokom NaCl. V oboch prípadoch je nutné sledovanie osmolality vnútorného prostredia. Účinná je aj intenzifikácia sedácie pacienta. Spolu s hodnotou ICP sa sleduje aj CPP, ktorého úprava sa dosiahne infúznymi roztokmi, prípadne vazopresormi. Pri pretrvávajúcej zvýšených hodnotách nasleduje druhá lína liečby, ku ktorej patrí ďalšie navýšenie hyperosmolárnej terapie a riadená hypotermia. V prípade akýchkoľvek nejasností a pretrvávania zvýšeného ICP je bezodkladne indikované kontrolné CT vyšetrenie. V prípade nutnosti je možné pacienta krátkodobo hyperventilovať a navodiť hypokapniu. Dlhodobá hypokapnia sa však pre riziko vazokonstrikcie ciev a následnej ischemizácie CNS neodporúča. Do úvahy ďalej prichádza prehĺbenie sedácie použitím barbiturátov. V prípade zlyhania prostriedkov doterajšej liečby je možnosť chirurgickej intervencie formou dekompresívnej kraniektómie (DK). Vysadenie uvedenej liečby prvého a druhého stupňa sa zavádza postupne, obyčajne v opačnom poradí, ako prebiehalo jej nasadenie (8).

Dekompresívna kraniektómia

Historicky kraniektómia ako prostriedok na uvoľnenie intrakraniálneho tlaku spomína Kocher už v roku 1901. Cushing v roku 1908 opísal liečbu kraniocerebrálnych poranení formou bitemporálnej kraniektómie, pričom uvádzal redukcii mortality pacientov. V druhej polovici 20. storočia boli navrhnuté viaceré formy kraniektómie. Zdokonalením diagnostiky a monitoringu v intenzivistickej starostlivosti sa dekompresívna kraniektómia (DK) stala súčasťou protokolov terapie intrakraniálnej hypertenzie a zároveň bola podrobená viacerým štúdiám (DECRA, RESCUEicp) (1, 3). Využitie DK v pediatrickej populácii bolo definované v odporúčaniach z roku 2012, v ktorých boli zároveň určené indikačné kritériá výkonu – známky skorej progresie neurologického nálezu, herniácie mozgu a in-

Obrázok 1. Možnosti liečby intrakraniálnej hypertenzie



trakraniálnej hypertenzie po vyčerpaní medikamentózne liečby. Viaceré práce neskôr potvrdili benefit tohto výkonu na základe outcome pacientov v dlhodobom sledovaní a úspech bol dokázaný aj u det-ských pacientov s nálezom bilaterálnej mydriázy (1, 12, 13). DK podľa načasovania delíme na primárnu a sekundárnu. V prvom prípade najčastejšie ide o kombináciu evakuácie hemorágie a dekompresie neurokránia. Sekundárna DK nasleduje po vyčerpaní možností konzervatívnej liečby a pri pretrvávajúcej intrakraniálnej hypertenzii. Rozhodnutie o výkone sa najčastejšie vysloví v prvých 24 hodinách od prijatia, najneskôr sa ale odporúča do 48 hodín (obrázok 1) (1, 14).

Operácia prebieha po napolohovaní pacienta s hlavou rotovanou kontralaterálne a elevovanou nad úroveň srdca pre uľahčenie venózneho návratu. Uvádzaných je niekoľko techník DK (bifrontálna, uni-/bilaterálna v rozsahu FTPO) (obrázok 2). Nedostatočný rozsah dekompresie nesie riziko herniácie s následnou ischemizáciou kortexu o okraje kraniektómie (mushroom cup like herniation) a zaškrtenie venózneho odtoku môže byť príčinou intraparenchymovej hemorágie (15). Po odklopení kostného laloka nasleduje incízia dury obyčajne s následujúcou duroplastikou. Tá sa vykonáva pomocou umelej náhrady alebo autotransplantátu (periost, fascia). Samotný výkon je zaťažovaný viacerými komplikáciami (infekt operačnej rany,

hydrocefalus, likvoreia, hydróm, ischemia mozgového tkaniva s rozvojom sunken flap syndromu – vpadnutý kožný lalok). Po nadobudnutí vedomia sa môže rozvinúť syndróm trepanovaných (cefalea, zmeny nálady, únava) (1, 16). Po regresii edému mozgu sa kranioplastika najčastejšie vykoná vlastným kostným lalokom, prípadne pomocou kostných štepov. V prípade jeho resorpcie, poškodenia alebo infektu sa využíva umelá náhrada (kostný cement, biokeramická náhrada, titán).

V roku 2003 boli publikované prvé odporúčania ohľadom terapeutických postupov pri kraniocerebrálnych poraneniach u detí. V spomínanej edícii (2012) bola upravená indikácia DK (13). Posledná, tretia edícia bola publikovaná v roku 2019 a zameriava sa na postupy v liečbe intrakraniálnej hypertenzie, optimalizáciu perfúzneho tlaku a zlepšovanie výsledkov intenzivistickej starostlivosti. DK je uvedená ako jedna z možností druhej línie liečby s odporúčením úrovne III (8). Taylor et al. v roku 2001 publikovali prvú prospektívnu randomizovanú štúdiu, ktorá porovnávala primárnu dekompresívnu kraniektómiu s medikamentóznou terapiou (17). Napriek výsledkom favorizujúcim chirurgickú liečbu je práca kontroverzná vzhľadom na použitú operačnú techniku. Autori uvádzali bitemporálnu kraniektómiu s veľkosťou kostných lalokov 3 – 4 cm bez následnej duroplastiky (18). DK je opisovaná v množstve retrospektívnych štúdií, existuje ale variabilita

Obrázok 2. Unilaterálna a bifrontálna dekompresívna kraniektómia



v jej načasovaní, technike a pooperačnej starostlivosti, čo súvisí aj s individuálnymi rozhodnutiami autorov a postupmi jednotlivých pracovísk.

Najčastejšie uvádzaná hodnota pre terapeutickú intervenciu (prvá/druhá línia liečby) je ICP > 20 mmHg v trvaní > 5 minút, dolná hranica CPP býva 40 mmHg (8). Hodnota a trvanie ICP v súboroch pacientov sú ale odlišné – 25 mmHg/20 min (2), > 20 mmHg/15 min (20), 20 mmHg/30 min (6). V niektorých súboroch pacientov nebol ICP snímač použitý z ekonomických dôvodov (3). Z komplikácií spojených s implantáciou snímača sa uvádza jeho technické zlyhanie a likvorea z miesta implantácie, incidencia stúpa s nižším vekom pacientov a vysokými hodnotami ICP. Autori Bennett et al. porovnávali súbor pacientov po kranioencefalnom poranení s a bez implantácie ICP snímača, pričom nenašli rozdiel v mortalite a nepriaznivom výsledku liečby. Podobný výsledok udáva aj štúdia BEST-TRIP (19).

DK je rozsiahly chirurgický výkon a u detských pacientov sa spája s rizikom krvnej straty. Koagulopatia býva častým sprievodným javom úrazov hlavy a hypotenzia v prvých 72 hodinách po úraze zhoršuje ďalšiu prognózu pacienta (22).

Technika dekompresívnej kraniektómie závisí od predoperačného nálezu a prítomnosti prípadnej expanzívnej lézie vyžadujúcej urgentnú evakuáciu. V súčasnosti je malá kraniektómia považovaná za insuficientnú a rizikovú, snahou je maximalizovať rozsah dekompresie s cieľom znížiť ICP a podporiť perfúziu mozgu. Najčastejším typom DK je uni- alebo bilaterálna frontotemporoparietálna kraniektómia (obrázok 3). Rozsah predozadného rozmeru kraniektómie sa uvádza aspoň 12 cm (20, 21). Po odstránení kostného laloka je potrebná durotómia v rozsahu kraniektómie s použitím náhrady dury. Vhodné je využitie vrstvy periostu odobratého z kožného laloka alebo umelej

Obrázok 3. Bilaterálna dekompresívna kraniektómia – CT nález po operácii



náhrady dury. Pri difúznom edéme mozgu sa využíva aj bifrontálna kraniektómia. Pooperačne je kosť odstránená bilaterálne bazálne v oblasti krídla sfenoidálnej kosti a kraniálne zasahuje kraniektómia k bregme, prerušením falx cerebri sa zabráni tlaku na corpus callosum. Rizikami výkonu je otvorenie frontálneho sínusu, poškodenie premostujúcich žíl a artérií (a. pericallosa a a. callosomarginalis) (1).

Sutúra kožného laloka môže byť pri významnom edéme hemisféry problematická. Pri malignom edéme je niekedy potrebné pristúpiť k parciálnej resekcii temporálneho laloka hemisféry, alternatívnym riešením môže byť použitie syntetickej náhrady kože. Pooperačné uloženie kostného laloka do podkožia brušnej steny je limitované nízkym vekom pacienta vzhľadom na obmedzenú kapacitu podkožia, zároveň stúpa riziko postupnej resorpcie alebo infekcie kosti a jej znehodnotenia pred plánovanou kranioplastikou. Ďalšou možnosťou je uloženie laloka v tkanivovej banke zamrazením na -80 °C, čas prenosu od operácie do uskladnenia materiálu by nemal presiahnuť 36 hodín (1).

Ako prevenciu bakteriálnej kolonizácie uvádzajú francúzski autori Beurait et al. ožiarenie laloka gamažiaričom (25 000 Gy) (1). V ďalšej práci je uvádzaný postup sterilizácie laloka autoklávou a uskladnením v prostredí s izbovou teplotou. Autori uvádzajú nižšie riziko resorpcie laloka, ale aj zvýšený výskyt infekcií oproti zamrazeniu laloka (15). Kranioplastika je všeobecne vykonaná po regresii edému hemisféry, rozdiely v jej načasovaní závisia od rozhodnutia operátora alebo postupov pracoviska – do 4 mesiacov (15, 21), medzi 3. – 6. mesiacom (1) a neskôr.

Najčastejšou komplikáciou po kranioplastike v pediatrickej populácii je resorpcia kostného laloka uvádzaná vo

viac ako 50 % prípadov (21), jej riziko stúpa s nižším vekom (15). Autori Behbahani et al. uvádzajú súbor 10 pacientov po DK vo veku do 24 mesiacov. Kranioplastika je v tejto vekovej skupine komplikovaná ďalším rastom neurokrania a rizikom rozvoja plagiocéfalie. Vysoká incidencia resorpcie kostného laloka je podmienená aj jeho kryoprezerváciou a neskorá kranioplastika je komplikovaná rastom kosti a zmenami na okrajoch kraniektómie. Porucha cirkulácie likvoru býva sprievodným javom poranení mozgu a môže viesť k rozvoju hydrocefalu po DK, ako aj po kranioplastike. Riešením je implantácia likvorovej drenáže pred alebo po kranioplastike.

Kontraindikácia dekompresívnej kraniektómie prichádza do úvahy u pacientov so známkami mozgovej smrti a s CT nálezom ireverzibilného poškodenia mozgového kmeňa, pri známkach multiorgánového zlyhania a koagulopatiách (1). Prítomnosť bilaterálnej mydriázy ako samostatný príznak ešte nevylučuje možnosť vykonania DK. Autori Glick et al. uvádzajú súbor šiestich pacientov po kraniotraume s nálezom bilaterálnej mydriázy (zrenice > 4 mm), s refraktérnym ICP (> 25 mmHg nad 30 min), zároveň bol ale zachovaný prehltnací alebo korneálny reflex, prípadne sa zaznamenala reakcia na algické podnety. Po DK boli pacienti ponechaní v barbiturátovej kóme a hodnota ICP bola tiež korigovaná zavedenou vonkajšou komorovou drenážou. U štyroch pacientov bol zaznamenaný úspech liečby (Glasgow outcome score 4 a 5) (12).

Publikované súbory pacientov liečených formou DK sú zaťažené pomerne vysokou mortalitou (9 – 36 %) (1, 3, 9, 17, 22, 23). Faktory spojené so zvýšenou mortalitou sú počiatková hodnota ICP > 20 mmHg, GCS < 8 bb, difúzny edém mozgu a nízky vek pacienta. Pre prognózu det-

ského pacienta je teda načasovanie DK rozhodujúce (9). V dlhodobom sledovaní sa u prežívajúcich pacientov môžu objaviť poruchy správania, učenia, koncentrácie a pamäti, ADHD, oneskorený psychomotorický vývoj a formy mentálnej retardácie.

Súbor pacientov

V rokoch 2016 až 2019 bolo na Neurochirurgickej klinike v Banskej Bystrici vykonaných 10 operácií detských pacientov s výkonom DK (uni- a bilaterálne) s pred- a pooperačnou starostlivosťou na II. klinike pediatrickej anestéziológie a intenzívnej medicíny DFN Banská Bystrica. Priemerný vek pacientov bol 11,2 roka (rozsah 4 – 17), s výnimkou jednej pacientky tvorili celý súbor chlapci. Najčastejšou príčinou úrazu boli nehody spojené s dopravou. Všetci pacienti boli pred transportom intubovaní, po prijatí bolo doplnené CT vyšetrenie s protokolom polytraumy a následne implantovaný ICP snímač. U niektorých pacientov bolo pred- a pooperačne použité aj monitorovanie NIRS. Rozhodnutie o operačnom výkone záviselo od konzultácie s neurochirurgom. Polovici pacientov bola DK vykonaná do 12 hodín po prijatí. Najneskôr bol výkon indikovaný na 8. deň hospitalizácie. Hraničnou hodnotou ICP bolo 20 mmHg bez ďalšieho poklesu po vyčerpaní možnosti antiedematózneho liečby. Bilaterálna DK sa realizovala u 6 pacientov, unilaterálna vľavo u 5 pacientov a vpravo u jedného pacienta. U žiadneho pacienta nebola vykonaná bifrontálna DK. Kostný lalok po výkone bol zamrazený, implantácia do podkožia sa na našom pracovisku nevyužíva. Plánovanie kranioplastiky záviselo od stavu pacienta a regresie edému mozgu. Preferované je využitie pôvodného kostného laloka. Kranioplastiku sme realizovali u 7 pacientov, 3 pacienti neprežili, z toho sa jeden exitus objavil peroperačne. Mortalita súboru bola 30 %. Hodnotenie výsledkov liečby u prepustených pacientov prebehlo formou ambulantných kontrol. Údaje z vyšetrení sú ale nedostatočné, chýbajú záznamy o opakovaných vyšetreniach na porovnanie vývoja stavu pacientov. Rovnako sa nedajú posúdiť ani zmeny v správaní a psychike pacientov. V súbore je uvedená len jedna reoperácia spojená s použitím biokeramickej náhrady. Vzhľadom na vysoké riziko komplikácií po

kranioplastike sa predpokladajú reoperácie v budúcnosti aj u ďalších pacientov.

Záver

Kraniocerebrálne poranenia u detí predstavujú napriek významným pokrokom v diagnosticko-terapeutických postupoch vysoké percento príčin úmrtia v detskom veku. Nemalá časť pacientov, napriek prežívaniu, trpí neurologickými deficitmi. Primárnou úlohou liečby je predchádzať sekundárnemu poškodeniu mozgu, intrakraniálnej hypertenzii a zachovať cerebrálny perfúzný tlak. Radikálnym, ale zároveň účinným spôsobom redukcie ICP je DK. Pre využitie jej potenciálu je kľúčové správne načasovanie. Aj po vykonaní DK pretrvávajú potreba ďalšej intenzívnej terapie, s odstupom času je potrebná kranioplastika, ktorá je ale v detskej populácii zaťažená množstvom komplikácií. Celková starostlivosť je preto časovo a finančne náročná. Avšak na rozdiel od dospelých populácií je u detských pacientov vyššia regeneračná schopnosť organizmu a tým aj nižšia pooperačná morbidita, preto aj podľa posledných odporúčaní pretrvávajú význam DK.

Autor nie je v konflikte záujmov.

Literatúra

- Beuriat PA, Javouhey E, Szathmari A, et al. Decompressive craniectomy in the treatment of post-traumatic intracranial hypertension in children: our philosophy and indications. *J Neurosurg Sci.* 2015;59(4):405-28.
- El Hindy N, Stein KP, Hagel V, et al. The role of decompressive craniectomy in children with severe traumatic brain injury. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2014 Aug;40(4):481-7. doi: 10.1007/s00068-013-0337-8.
- Khan SA, Shallwani H, Shamim MS et al. Predictors of poor outcome of decompressive craniectomy in pediatric patients with severe traumatic brain injury: a retrospective single center study from Pakistan. *Childs Nerv Syst.* 2014 Feb;30(2):277-81. doi: 10.1007/s00381-013-2225-2.
- Appelboom G, Zoller SD, Piazza MA, et al. Traumatic brain injury in pediatric patients: evidence for the effectiveness of decompressive surgery. *Neurosurg Focus.* 2011;31(5):E5. doi: 10.3171/2011.8.FOCUS11177.
- Young AMH, Guilfoyle MR, Donnelly J, et al. Multimodality neuromonitoring in severe pediatric traumatic brain injury. *Pediatr Res.* 2018;83(1-1):41-49. doi: 10.1038/pr.2017.215.
- Elsawaf Y, Anetsberger S, Luzzi S, et al. Early decompressive craniectomy as management for severe traumatic brain injury in the pediatric population: a comprehensive literature review. *World Neurosurg.* 2020;138:9-18. doi: 10.1016/j.wneu.2020.02.065.
- Kayhanian S, Young AMH, Piper RJ, et al. Radiological correlates of raised intracranial pressure in children: a review. *Front Pediatr.* 2018 Feb 23;6:32. doi: 10.3389/fped.2018.00032. eCollection 2018.
- Kochanek PM, Tasker RC, Bell MJ, et al. Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury: 2019 Consensus and Guidelines-Based Algorithm for First and Second Tier Thera-

pies. *Pediatr Crit Care Med.* 2019;20(3):269-279. doi: 10.1097/PCC.0000000000001737.

- Prasad GL, Gupta DK, Mahapatra AK, et al. Surgical results of decompressive craniectomy in very young children: A level one trauma centre experience from India. *Brain Inj.* 2015;29(13-14):1717-24. doi: 10.3109/02699052.2015.1075146.
- Robba C, Cardim D, Czosnyka M, et al. Ultrasound non-invasive intracranial pressure assessment in paediatric neurocritical care: a pilot study. *Childs Nerv Syst.* 2020;36(1):117-124. doi: 10.1007/s00381-019-04235-8.
- Csókay A, Emelifeonwu JA, Fügedi L, et al. The importance of very early decompressive craniectomy as a prevention to avoid the sudden increase of intracranial pressure in children with severe traumatic brain swelling (retrospective case series). *Childs Nerv Syst.* 2012;28(3):441-4. doi: 10.1007/s00381-011-1661-0.
- Glick RP, Ksendzovsky A, Greesh J, et al. Initial observations of combination barbiturate coma and decompressive craniectomy for the management of severe pediatric traumatic brain injury. *Pediatr Neurosurg.* 2011;47(2):152-7. doi: 10.1159/000330709.
- Mraček J. Indikace dekompresivní kraniektomie. *Čes slovensk neurochirurg.* 2016;79(1):7-21. doi: 10.14735/amcsnn20167.
- van der Meer C, van Lindert E, Petru R. Late decompressive craniectomy as rescue treatment for refractory high intracranial pressure in children and adults. *Acta Neurochir Suppl.* 2012;114:305-10. doi: 10.1007/978-3-7091-0956-4_59.
- Rocque BG, Amancherla K, Lew SM, et al. Outcomes of cranioplasty following decompressive craniectomy in the pediatric population. *J Neurosurg Pediatr.* 2013;12(2):120-5. doi: 10.3171/2013.4.PEDS12605.
- Coulter IC, Forsyth RJ. Paediatric traumatic brain injury. *Curr Opin Pediatr.* 2019 Aug 5. doi: 10.1097/MOP.0000000000000820.
- Jacob AT, Heuer GG, Grant R, et al. Decompressive hemicraniectomy for pediatric traumatic brain injury: long-term outcome based on quality of life. *Pediatr Neurosurg.* 2011;47(2):81-6. doi: 10.1159/000329624.
- Weintraub D, Williams BJ, Jane J Jr. Decompressive craniectomy in pediatric traumatic brain injury: a review of the literature. *NeuroRehabilitation.* 2012;30(3):219-23. doi: 10.3233/NRE-2012-0748.
- Balakrishnan B, Zhang L, Simpson PM, et al. Impact of the timing of placement of an intracranial pressure monitor on outcomes in children with severe traumatic brain injury. *Pediatr Neurosurg.* 2018;53(6):379-386. doi: 10.1159/000494028.
- Rallis D, Poulos P, Kazantzis M, et al. Rescue Decompressive craniectomy in children with severe traumatic brain injury. *J Pediatr Intensive Care.* 2018;7(1):33-38. doi: 10.1055/s-0037-1603825.
- Beez T, Munoz-Bendix C, Ahmadi SA, et al. From decompressive craniectomy to cranioplasty and beyond: a pediatric neurosurgery perspective. *Childs Nerv Syst.* 2019;35(9):1517-1524. doi: 10.1007/s00381-019-04303-z.
- Desgranges FP, Javouhey E, Mottolese C, et al. Intraoperative blood loss during decompressive craniectomy for intractable intracranial hypertension after severe traumatic brain injury in children. *Childs Nerv Syst.* 2014;30(8):1393-8. doi: 10.1007/s00381-014-2417-4.
- Mhanna MJ, Mallah WE, Verrees M, et al. Outcome of children with severe traumatic brain injury who are treated with decompressive craniectomy. *J Neurosurg Pediatr.* 2015;16(5):508-514. doi: 10.3171/2014.10.PEDS14117.

MUDr. Peter Koppal

Neurochirurgická klinika SZU,
FNsP F. D. Roosevelta
Nám. L. Svobodu 1, 975 17 Banská Bystrica
pkoppal@gmail.com