

Prehľad operačných výkonov u pacientov s ťažkým poranením mozgu

**MUDr. Martin Hanko, PhD., MUDr. René Opšenač, PhD., MUDr. Pavol Snopko, PhD.,
doc. MUDr. Branislav Kolarovszki, Ph.D.**

Neurochirurgická klinika, Jesseniova lekárska fakulta v Martine, Univerzita Komenského v Bratislave
a Univerzitná nemocnica Martin

Starostlivosť o pacientov s ťažkým úrazom mozgu je neodmysliteľnou súčasťou neurochirurgie. Typicky je poskytovaná multidisciplinárne a z neurochirurgického hľadiska zahŕňa predovšetkým metódy invazívneho monitoringu, kontroly intrakraniálneho tlaku, evakuácie likvoru a poúrazových intrakraniálnych krvácaní spolu s metódami vonkajšej dekompresie intrakraniálneho priestoru. Takto sa snažíme minimalizovať poškodenie vzniknuté pri prvotnom inzulte a najmä redukovať a predchádzať rozvoju sekundárneho mozgového poranenia. S operovanými pacientami často prichádzajú do styku aj lekári príbuzných odborov, najmä intenzivisti, neurológovia a traumatológovia. Preto je bazálna znalosť princípov neurochirurgických možností liečby pacientov s úrazom mozgu určite nutná. V tejto práci poskytujeme prehľad najčastejšie používaných neurochirurgických výkonov indikovaných u pacientov s ťažkým úrazom mozgu a sumarizujeme aktuálne platné odporúčania a indikačné kritériá k operačnej liečbe.

Kľúčové slová: poranenie mozgu, intrakraniálna hypertenzia, dekompresívna kraniektómia, extracerebrálny hematóm, kontúzia mozgu, opuch mozgu.

An overview of surgical procedures in patients with severe traumatic brain injury

Treatment of patients with severe traumatic brain injuries is an inseparable part of neurosurgical practice. It is typically a matter of multidisciplinary approach and from neurosurgical point of view it includes methods of invasive neuromonitoring, control of intracranial pressure, evacuation of cerebrospinal fluid and traumatic intracranial hematomas as well as methods of external decompression of the intracranial vault. Using these means we aim to minimise the damage originating from the primary insult, but mostly to reduce and prevent a development of secondary brain injury. Operated patients are also often treated by associated specialists such as intensive care unit physicians, neurologists and trauma surgeons. Basal knowledge about possibilities of neurosurgical interventions in patients with traumatic brain injuries is therefore surely necessary. In this work, we provide an overview of the most frequently used neurosurgical procedures indicated in patients with severe traumatic brain injuries and summarize.

Key words: traumatic brain injury, intracranial hypertension, decompressive craniectomy, extracerebral hematoma, brain contusion, brain edema.

Pri publikovanej incidencii 262 prípadov na 100 000 obyvateľov za rok a pri jej rastúcej tendencii (Peeters et al., 2015) je starostlivosť o pacientov s úrazom mozgu neoddeliteľnou súčasťou neurochirurgie. Ich vedúcou príčinou sú pády a dopravné nehody, pričom úrazy mozgu postihujú najmä pacientov mladších ako 25 rokov alebo starších ako 75 rokov (Peeters et

al., 2015). Mortalita pacientov s úrazom mozgu dosahuje v Európe v priemere 10,5 pacienta na 100 000 za rok, pri ťažkom úraze mozgu môže predstavovať až 29–55 % (Peeters et al., 2015). Neurochirurgické výkony u pacientov s ťažkým úrazom mozgu zahŕňajú jednak metódy invazívneho monitoringu, operačnú terapiu intrakraniálnej hypertenzie, či už deriváciou

likvoru, evakuáciou poúrazových intrakraniálnych krvácaní alebo vonkajšou dekompresiou a v prípade otvorených a penetrujúcich poranení mozgu aj ošetrovanie poranenia skalpu a lebky a odstránenie prípadných prítomných cudzích telies (Greenberg et al., 2016; Majovský et al., 2019). Samozrejmosťou je nutnosť adekvátnej perioperačnej intenzívnej starostlivosti



KORESPONDENČNÁ ADRESA AUTORA: MUDr. Martin Hanko, PhD., m.hanko.to@gmail.com
Neurochirurgická klinika, Jesseniova lekárska fakulta v Martine, Univerzita Komenského
v Bratislave, Univerzitná nemocnica Martin, Kollárova 2, 036 01 Martin

Cit. zkr: Neurol. praxi 2021; 22(6): 471–476
Článok prijatý redakciou: 30. 5. 2021
Článok prijatý k publikácii: 1. 9. 2021

Obr. 1. CT nález epidurálneho hematómu temporálnej vpravo



a vyťaženie konzervatívnej terapie pred indikáciou operačného výkonu, ako je typické pre terapiu poúrazovej intrakraniálnej hypertenzie pri absencii expanzívneho intrakraniálneho hematómu (Greenberg et al., 2016). V skratke: snažíme sa riešiť ošetriteľné následky prvotného inzultu a predchádzať rozvoju sekundárneho mozgového poranenia. V tejto práci poskytujeme prehľad základných a zároveň najčastejších neurochirurgických výkonov indikovaných u pacientov s ťažkým úrazom mozgu a prinášame aktuálne odporúčané indikačné kritériá.

ICP monitoring a externá komorová drenáž

Intrakraniálna hypertenzia je známym procesom negatívne vplyvujúcim na prognózu pacientov s úrazom mozgu (Marmarou et al., 1991). U hlboko sedovaného pacienta alebo pacienta s ťažkou poruchou vedomia je okrem zobrazovacích vyšetrení jedinou možnosťou získavania informácie o aktuálnom stave intrakraniálneho kompartmentu práve invazívny monitoring, ktorého základom je meranie intrakraniálneho tlaku (ICP). Indikačnými kritériami pre zavedenie ICP snímača u pacienta po úraze mozgu sú:

- $GCS \leq 8$ a negatívny CT nález pri splnení aspoň 2 podmienok:
 - vek > 40 rokov,
 - uni- alebo bilaterálna flečná alebo extenčná motorická odpoveď,
 - systolický krvný tlak < 90 mmHg,
- $GCS \leq 8$ a CT nález poúrazového krvácania, opuchu mozgu, herniácie či kompresie

bazálnych cisterien (ak na jeho základe nie je hneď indikovaná operačná liečba, avšak vhodný je aj pooperačný ICP monitoring) (Carney et al., 2017).

Odporúčanými metódami merania ICP zostávajú komorové a intraparenchýmové snímače (Greenberg et al., 2016). Typickou technikou ich zavedenia je punkcia cez návrť v mieste Kocherovho bodu nad ťažšie poškodenou hemisférou (v prípade difúzneho poranenia nad nedominantnou), teda 1–2 cm pred frontálnym švom a 2–3 cm paramediálne. Intraparenchýmový snímač zavádzame do hĺbky 2–3 cm. Pri komorovej drenáži je hĺbka zavedenia katétra 3–5 cm, trajektóriu smerujeme na vnútorný očný kútik a vonkajší zvukovod, pričom prienik do komory je signalizovaný najprv drobným odporom a pri jeho prekonaní vytrysknutím likvoru (Greenberg et al., 2016). Zavedenie komorovej drenáže môže byť po úraze mozgu náročné najmä pri kompresii komorového systému, vtedy sa skôr prikláňame k intraparenchýmovým snímačom. Na rozdiel od intraparenchýmového snímača poskytuje externá komorová drenáž u pacientov s úrazom mozgu nielen možnosť monitoringu, ale aj redukcie ICP evakuáciou likvoru, či už nárazovou alebo kontinuálnou (Carney et al., 2017). Rizikami zavedenia externej komorovej drenáže sú vnútromozgové krvácanie a najmä možnosť infekcie drenážneho systému, ktorá narastá s dobou dĺžky jeho zavedenia, pričom jej riziko redukujú antibiotikami impregnované ventrikulárne katétre (Carney et al., 2017). Štvrtá edícia odporúčaní Brain Trauma Foundation odporúča skôr kontinuálnu ako intermitentnú drenáž likvoru, a to najmä u pacientov s $GCS < 6$ počas prvých 12 hodín od úrazu (Carney et al., 2017). „Threshold“ hodnota ICP pre nutnosť terapeutického zásahu je 22 mmHg (Carney et al., 2017), cieľová hodnota mozgového perfúzného tlaku (CPP) je odporúčaná v rozmedzí 60–70 mmHg, pričom sa neodporúča prekračovať ju použitím nadbytočne podávaných tekutín a vazopresorov (Carney et al., 2017). Na základe kontinuálneho monitoringu ICP a CPP je možné rozhodovať o intenzifikácii konzervatívnej antiedémnej liečby (najmä diuretiká, hyperventilácia, prehĺbenie sedácie, podávanie manitolu alebo hypertonickeho NaCl), realizácii kontrolné-

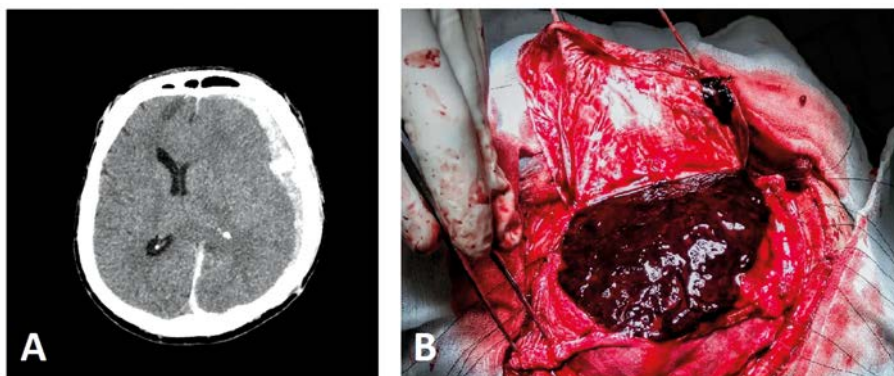
ho zobrazovacieho vyšetrenia, prípadne rozhodnúť o nutnosti operačného výkonu – evakuácii intrakraniálneho hematómu alebo sekundárnej dekompresívnej kraniektómii pri konzervatívne nevládnuteľnej elevácii ICP. Kortikoidy v liečbe poúrazovej intrakraniálnej hypertenzie zhoršujú výsledok, a preto nie sú indikované (Alderson et Roberts, 2005). Téma multimodálneho neuromonitoringu pacientov po ťažkom úraze mozgu je rozsahovo nad rozmerami predkladaného článku.

Evakuácia poúrazových akútnych intrakraniálnych hematómov

Epidurálny hematóm

Ide typicky o krvácanie arteriálneho pôvodu z a. meningea media, menej často z diploe, diploických žíl alebo durálnych sinusov. Vzniká častejšie u mladších pacientov, u ktorých ešte dura nie je pevne adherovaná ku kalve (Greenberg et al., 2016). Indikáciou na evakuáciu epidurálneho hematómu je jeho objem > 30 ml, pričom v prípade akútnej poruchy vedomia s $GCS \leq 8$ a mydriázou je nutné evakuovať hematóm bez omeškania (Bullock et al., 2006). Konzervatívny postup môže byť zvolený u stabilizovaných pacientov bez ložiskového deficitu s $GCS > 8$, presunom streďových štruktúr < 5 mm a epidurálnym hematómom tenším ako 15 mm s objemom < 30 ml (Obr. 1) (Greenberg et al., 2016; Huang, 2017; Bullock et al., 2006). Samotný operačný výkon typicky pozostáva z evakuácie koagúl hematómu z dostatočne veľkej kraniotómie a dôkladného ošetrenia nájdeného zdroja krvácania. Ako prevencia recidívy je nutné vyšíťie dury o okolitú kosť a v centrálnej oblasti kostnej platničky (tzv. „tenting“) (Greenberg et al., 2016). Pri rýchlej deteriorácii klinického stavu pacienta je možné začať evakuáciu rozšíreným trepanačným návrťom nad najhrubším miestom hematómu, za účelom čo najrýchlejšej redukcie expanzívneho efektu hematómu (Huang, 2017) – ide o scenár podobný využitiu probatórnych trepanačných návrťov, ktorých použitie sa pri bežnej dostupnosti CT v Európe vyšetrenia už sotva predpokladá. Evakuácia izolovaného epidurálneho krvácania s následnou dekompresívnou kraniektómiou nie je indikovaná a neodporúča sa (Hutchinson

Obr. 2. CT nález akutního levostranného subdurálního hematómu s presunem stredočiarových štruktúr doprava (A), intraoperačná fotografia pri jeho evakuácii z kraniotómie (B) – viditeľná oblúkovitá durotómia a koagulá hematómu lokalizované v celom rozsahu kraniotómie



et al., 2019). Včasne evakuovaný epidurálny hematóm má relatívne dobrú prognózu (Greenberg et al., 2016).

Akutný subdurálny hematóm

Na rozdiel od epidurálneho hematómu je akútny subdurálny hematóm obvyčajne následkom translačného poranenia vyššej intenzity. Nezriedka býva asociovaný s pridruženým primárnym poranением mozgu (difúznym axonálnym poškodením rôznej závažnosti alebo intracerebrálnymi hematómami), preto sa na jeho symptomatike nepodieľa len expanzívny efekt samotného hematómu. Zdrojom krvácania je buď ruptúra povrchových mozgových ciev či premošťujúcich žíl, alebo priamo lacerácia mozgového tkaniva (Greenberg et al., 2016). Indikáciou pre evakuáciu hematómu je jeho hrúbka >10 mm a presun stredočiarových štruktúr > 5 mm (Bullock et al., 2006; Huang, 2017). Pri menších hematómoch je evakuácia odporúčaná, ak od úrazu dôjde k deteriorácii stavu vedomia o aspoň 2 body v GCS na hodnotu < 9, rozvoju asymetrie alebo dilatácie zreníc alebo vzostupu ICP nad 20 mmHg (Bullock et al., 2006; Huang, 2017). Výkon je tradične odporúčaný realizovať do 4 hodín od času úrazu (Seelig et al., 1981) a pozostáva z evakuácie koagulovaného hematómu z dostatočne rozsiahlej kraniotómie (Obr. 2) (Greenberg et al., 2016; Bullock et al., 2006), pričom podľa prítomnosti či očakávania progresie prípadných intracerebrálnych krvácaní a edému mozgu sa rozhodujeme medzi sutúrou dury a fixáciou kostného laloka, alebo realizáciou duraplastiky a následnou dekompresívnou kraniektómiou/kraniotómiou

(Hutchinson et al., 2019; Greenberg et al., 2016; Bullock et al., 2006). Efektivitou primárnej dekompresívnej kraniektómie v porovnaní s kraniotómiou pri evakuácii akútneho subdurálneho hematómu sa zaoberá prebiehajúca randomizovaná štúdia RESCUE-ASDH (Kolias et al., 2013).

Kontúzia mozgu, resp. traumatické intracerebrálne krvácanie

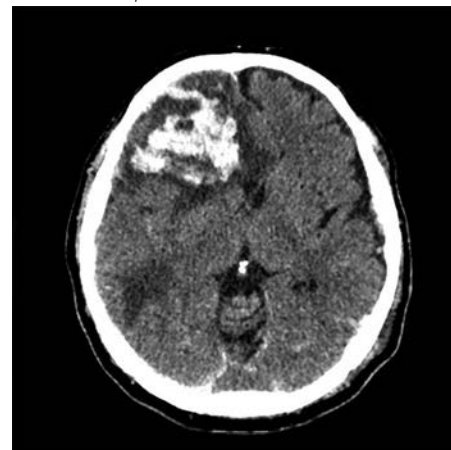
Evakuácia hemoragickej zložky poúrazových intracerebrálnych hematómov poskytuje redukciu ich expanzívneho efektu a minimalizuje riziko ich ďalšej progresie (Bullock et al., 2006; Greenberg et al., 2016). Poúrazové intracerebrálne krvácanie (Obr. 3) je obvyčajne evakuované mikrochirurgicky z kraniotómie resp. kraniektómie pri splnení kritérií:

- objem > 50 ml,
- expanzívne správanie sa hematómu na CT, progresívna deteriorácia neurologického stavu pacienta, intrakraniálna hypertenzia,
- GCS 6–8 a prítomnosť frontálne alebo temporálne lokalizovaného poúrazového hematómu o objeme > 20 ml s presunom stredočiarových štruktúr $\geq$ 5 mm a/alebo kompresia bazálnych cisterien na CT (Bullock et al., 2006; Huang, 2017).

Dekompresívna kraniektómia

Efektívnu možnosť rýchlej redukcie patologicky elevovaného ICP predstavuje dekompresívna kraniektómia (osteoklastická dekompresívna kraniotómia). Principiálne výkon vychádza zo základnej premisy Monro-Kellieho doktríny a redukuje ICP umožnením expanzie intrakraniálneho obsahu navonok po odstránení kostnej platničky a durotó-

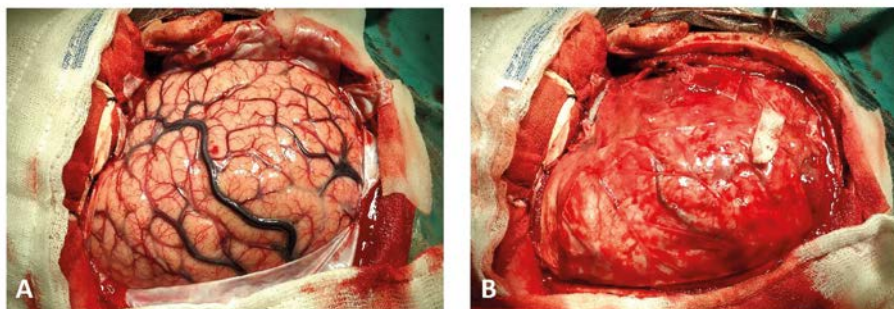
Obr. 3. CT nález hemoragicko-kontúzneho ložiska frontálne vpravo



mii (Mraček, 2016; Greenberg et al., 2016). V neurotraumatológii existujú dva hlavné scenáre jej indikácie:

- **Primárna** – indikovaná pri evakuácii poúrazového intrakraniálneho krvácania, typicky pri subdurálnom hematóme alebo kontúzii. Ku kraniektómii pristupujeme pri intraoperačne prítomnom mozgovom edéme, prípadne ak pooperačne predpokladáme jeho rozvoj, alebo progresiu neevakuovaných intracerebrálnych hematómov (Mraček, 2016). Efektivitou primárnej dekompresie pri evakuácii akútneho subdurálneho hematómu sa zaoberá už spomenutá štúdia RESCUE-ASDH (Kolias et al., 2013).
- **Sekundárna** – indikovaná u pacientov s difúznym poranением mozgu alebo u pacientov po evakuácii poúrazového intrakraniálneho hematómu z kraniotómie. V oboch prípadoch je indikácia založená na zavedenom ICP monitoringu, potvrdzujúcim inak refraktérnu intrakraniálnu hypertenziu (Mraček, 2016). Sekundárnou kraniektómiou pri difúznom mozgovom poranení sa zaoberali dve multicentrické randomizované štúdie: Štúdia DECRA skúmala včasnú (do 72 hod po úraze) bifrontálnu kraniektómiu v porovnaní s maximalizovanou konzervatívnou liečbou vrátane barbiturátovej kómy, pričom po 6 ani 12 mesiacoch po operácii nebol zistený jej benefit na prežívanie či kvalitu života (Cooper et al., 2011; Cooper et al., 2020). Je nutné však spomenúť prekryvanie porovnávaných skupín, niektoré chyby v metodike a neštandardnú operačnú techniku. Štúdia RESCUEicp skúmala

Obr. 4. Intraoperačná fotografia počas dekompresívnej kraniektómie (A) – vykonaná rozsiahla hemikraniektómia pravostranne, viditeľná oblúkovitá durotómia doplnená radiálnymi nástrihmi, edematózný mozog sa vyklenuje do oblasti dekompresie, následne vykonaná voľná augmentatívna duraplastika (B) – prekrytie mozgu perikraniálnym štepom, cípmi dury a Gelasponom



neskorú (do 7 dní po úraze) sekundárnu dekompresívnu kraniektómiu. Výsledkom bolo zlepšenie prežívania pacientov za cenu vyššieho výskytu ťažkého pretrvávajúceho neurodeficitu vrátane vegetatívneho stavu (Hutchinson et al., 2016).

Na základe uvedeného odporúča Brain Trauma Foundation indikáciu dekompresívnej kraniektómie nasledovne:

- sekundárna dekompresívna kraniektómia pre včasnú (do 72 hod. po úraze) refraktérnu intrakraniálnu hypertenziu nie je odporúčaná.
- odporúčaná je sekundárna dekompresívna kraniektómia pre neskorú (po 72 hod po úraze) refraktérnu eleváciu ICP (Hawryluk et al., 2020).

Samotná operačná technika pozostáva typicky z rozsiahlej unilaterálnej hemikraniektómie. Využívame otáznikovitú, omega alebo T incíziu a po odseparovaní kožnosvalového laloka vyplňujeme kostnú platničku s odporúčaným rozsahom minimálne 15 × 12 cm (Hutchinson et al., 2019; Desse et al., 2019; Hawryluk et al., 2020), doplnenú o dekompresiu strednej jamy odstránením temporálnej squamy. Pokračujeme durotómiou, často cípovitou (Obr. 4) alebo oblúkovitou s radiálnymi nástrihmi (Desse et al., 2019). Podľa individuálneho nálezu v intrakrániu evakuujeme možný subdurálny alebo intracerebrálny hematóm. Následne pristupujeme k augmentatívnej duraplastike. Odhalené mozgové tkanivo prekrývame hemostatickým materiálom, regeneračnou matrixou alebo autológym štepom (napr. z perikránia) (Desse et al., 2019; Hutchinson et al., 2019). Možné je

použitie syntetickej náhrady dury, ale hrozí vyšším rizikom infekčných komplikácií (Malliti et al., 2004). Na základe posledných odporúčaní nie je nutná primárna sutura dury alebo štepu, keďže sa nepremieta do nižšieho rizika pooperačných komplikácií, zároveň sa takto významne skracaie operačný čas (Güresir et al., 2011). Pred koncom výkonu je vhodné zaviesť ICP snímač (ak už nebol zavedený predoperačne) (Hutchinson et al., 2019), následne priklápame a suturujeme kožnosvalový lalok po vrstvách (Desse et al., 2019). Menej častými variantami dekompresívnej kraniektómie sú bifrontálna kraniektómia (s podviazaním a prerušením falx cerebri a takisto dekompresiou strednej jamy) indikovaná typicky pri difúznom mozgovom edéme či bilaterálnych frontálnych kontúziách, alebo bilaterálna hemikraniektómia (Mraček, 2016). V rámci pooperačného obdobia je bezprostredne po výkone (do 6–24 hodín) odporúčaná CT kontrola (Gopalakrishnan et al., 2018; Hutchinson et al., 2019). Následne je vhodný ICP monitoring, za účelom sledovania a možnosti konzervatívneho ovplyvnenia opätovnej pooperačnej elevácie ICP, a takisto za účelom včasného zachytu závažných pooperačných komplikácií elevujúcich ICP a vyžadujúcich revíziu po kontrolnom zobrazovacom vyšetrení (Hutchinson et al., 2019). Z typických pooperačných komplikácií sa okrem infekcií či porúch hojenia rozsiahleho kožnosvalového laloka môžu vyskytnúť pooperačné krvácania (napr. epidurálne či intracerebrálne), progresia neevakuovaných intracerebrálnych hematémov a kontúzií, posttraumatický hydrocefalus a niektoré komplikácie typické pre postkraniektomické obdobie: napr. nadmerná externá mozgová herniácia, subdurálne hydrómy nad dekom-

primovanou hemisférou, hydrocefalus alebo syndróm vpadnutého kožného laloka (sinking skin flap syndrome) s prípadnou paradoxnou herniáciou (Gopalakrishnan et al., 2018; Hanko et al., 2020). Neodmysliteľnou súčasťou starostlivosti o pacienta po kraniektómii je pri jeho prijateľnom pooperačnom stave plánovanie rekonštrukčného výkonu, teda kranioplastiky autológou kosťou alebo náhradným materiálom (napr. PMMA, PEEK, hydroxyapatit, titán).

Dekompresívna kraniektómia

Určitou možnosťou alternatívneho výkonu oproti kraniektómii je vykonanie dekompresívnej (osteoplastickej) kraniektómie, ktorej potenciálny prínos je v ušetrení pacienta od nutnosti druhého operačného výkonu – kranioplastiky. Pri dekompresívnej kraniektómii takisto vyplňujeme rozsiahlu kostnú platničku a robíme durotómiu a následnú duraplastiku, avšak kostný lalok opätovne pred ukončením výkonu vkladáme na pôvodné miesto (Mraček, Choc et Mraček, 2007). V tomto prípade ho ale fixujeme len voľne, napr. o temporálny sval alebo voľnými stehmi, čím umožňujeme jeho „vytlačenie“ edematóznym mozgom a po ústupe edému jeho „pokles“ a vhojenie na pôvodnom mieste (Mraček, 2016). Je samozrejmé, že takýto výkon poskytuje nižší získaný objem pre expanziu intrakraniálneho obsahu. Napriek tomu sa pri správne indikovaných prípadoch môže prejavovať ako účinný (Mraček, Choc et Mraček, 2007) a v prípade nutnosti je možná reoperácia s konverziou na kraniektómiu.

Subokcipitálna dekompresívna kraniektómia a evakuácia infratentoriálnych traumatických krvácaní

Vzhľadom k celkovo nízkemu objemu infratentoriálneho priestoru sa aj menšie hematómy môžu správať expanzívne a symptomaticky. Tieto sú následne indikované pokiaľ možno na bezodkladnú evakuáciu. Expanzívne prejavy zadnojamovej lézie zahŕňajú kompresiu až obliteráciu štvrtej komory a bazálnych cisterien, prípadne aj rozvoj obštrukčného hydrocefalu (Bullock et al., 2006; Greenberg et al., 2016). Väčšinou ide o epidurálne krvácania, menej často o sub-

Obr. 5. Intraoperační fotografie komplexní tříštiny fraktury kalvy s impresíou (A), ošetřená elevací úlomků, fixací kostních fragmentů dlažkami a přemostěním defektu po odstranění menších fragmentů kosti titánovou sítí (B)



durálně hematomy nebo intracerebelární hematomy typicky o průměru nad 30 mm (Greenberg et al., 2016). Evakuaci takýchto krvácení realizujeme typicky z dostatečně rozsáhlé subokcipitální kraniektomie, nejčastěji z mediálního přístupu (Mraček, 2016). Nerobíme primární suteru dury, ale expanzivní duroplastiku a v případě hrozícího nebo už rozvinutého hydrocefalu sa nevyhneme ani nutnosti zavedení externí komorové drenáže (Bullock et al., 2006; Greenberg et al., 2016).

Ošetření komplexních fraktur kalvy, penetrujícího a strelného poranění mozgu

Většina případů fraktur kalvy zahrnuje jednoduché lineární zlomeniny a je zvládnutelná konzervativně. V případě komplexních fraktur s vpáčením úlomků intrakraniálně sa pre operačnú liečbu rozhodujeme, pokiaľ je neurologický deficit pacienta vysvetliteľný

prítomnou zlomeninou, impresia predstavuje budúci kozmetický defekt, alebo tradične pri vpáčení úlomku pod úroveň okolitej kalvy (alebo do hĺbky 1 cm) (Greenberg et al., 2016). Samozrejmosťou je nutnosť chirurgickej revízie pri otvorenom mozgovom poranení – robíme debridement rany, excidujeme devitalizovanú časť skalpu a odstraňujeme kontaminované kostné úlomky. Operačný výkon pri vpácenej zlomenine kalvy zahŕňa eleváciu a prípadné odstránenie kontaminovaných kostných úlomkov, revíziu dury s ošetrením prípadnej lacerácie dury a venózných splavov, sanáciu intradurálneho traumatického ložiska (ak je prítomné) a rekonštrukciu lebečného krytu (Obr. 5). Antibiotické krytie je nutnosťou, ak nie sú známky kontaminácie rany, nemusíme primárne pristupovať k výkonu z kraniektómie. Pri penetrujúcom či strelnom poranení sa okrem horeuvedeného snažíme aj o extrakciu penetrujúcich telies a projektilov primárnych i sekundárnych (Greenberg et al., 2016). V prí-

pade hlboko dislokovaných cudzích telies je pri zohľadnení možného rizika sprevádzajúceho manipuláciu v hlbokých funkčných štruktúrach mozgu možné od ich extrakcie upustiť (Greenberg et al., 2016; Májovský et al., 2019). Samozrejmosťou je ošetrenie prípadne prítomných intrakraniálnych poúrazových hematómov, prípadne aj vykonanie dekompresívnej kraniektómie a rekonštrukcia dury, typicky s použitím autológneho štetpu (Greenberg et al., 2016). Komplexné poňatie problematiky ošetrení penetrujúcich a špecificky strelných kranioencefalných poranení je nad rámec tohto článku. Samostatnou témou by bolo ošetrovanie poúrazových lézií intrakraniálnych ciev a venózných splavov a terapia poúrazovej likvorey.

Záver

Záverom môžeme konštatovať, že posledné zmeny odporúčaní ohľadom neurochirurgických výkonov pri ťažkom úraze mozgu sa týkajú najmä indikácie dekompresívnej kraniektómie, kde pribúdajú výsledky randomizovaných multicentrických štúdií a sú následne zapracované do terapeutických odporúčaní. Indikačné kritériá pre evakuáciu poúrazových intrakraniálnych krvácení ostávajú nemenné, naďalej však treba dbať na včasnú realizáciu operačného výkonu, pokiaľ je indikovaný. Ak vzniká indikácia na invazívny monitoring, je jeho realizácia odporúčaná. V starostlivosti o pacientov s ťažkým úrazom mozgu ostávajú kľúčovými adekvátna perioperačná starostlivosť a multidisciplinárny prístup na intenzivistických lôžkach.

*Práca bola podporená projektom
Využitie systému PACS vo výskume a vývoji
(ITMS 26210120004).*

LITERATURA

1. Alderson P, Roberts I. Corticosteroids for acute traumatic brain injury. Cochrane Database of Systematic Reviews 2005; 1. Art. No.: CD000196. Doi: 10.1002/14651858.CD000196.pub2.
2. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, Servadei F, Walters BC, Wilberger J; Surgical Management of Traumatic Brain Injury Author Group. Surgical management of traumatic parenchymal lesions. Neurosurgery. 2006; 58(Suppl. 3): S25–46.
3. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, Servadei F, Walters BC, Wilberger J; Surgical Management of Traumatic Brain Injury Author Group. Surgical management of acute subdural hematomas. Neurosurgery. 2006; 58(Suppl. 3): S16–24.

4. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, Servadei F, Walters BC, Wilberger J; Surgical Management of Traumatic Brain Injury Author Group. Surgical management of acute epidural hematomas. Neurosurgery. 2006; 58(Suppl. 3): S7–15.
5. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GW, Bell MJ, Bratton SL, Chesnut R, Harris OA, Kisoorn N, Rubiano AM, Shutter L, Tasker RC, Vavilala MS, Wilberger J, Wright DW, Ghajar J. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. Neurosurgery. 2017; 80(1): 6–15.
6. Cooper DJ, Rosenfeld JV, Murray L, Arabi YM, Davies AR, D'Urso P, Kossman T, Ponsford J, Seppelt I, Reilly P, Wolfe R; DECRA Trial Investigators; Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group. Decompressive

craniectomy in diffuse traumatic brain injury. N Engl J Med. 2011; 364(16): 1493–502.

7. Cooper DJ, Rosenfeld JV, Murray L, Arabi YM, Davies AR, Ponsford J, Seppelt I, Reilly P, Wieggers E, Wolfe R; DECRA Trial Investigators and the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group. Patient Outcomes at Twelve Months after Early Decompressive Craniectomy for Diffuse Traumatic Brain Injury in the Randomized DECRA Clinical Trial. J Neurotrauma. 2020; 37(5): 810–816.
8. Dese N, Beucier N, Dagain A. How I do it: supra-tentorial unilateral decompressive craniectomy. Acta Neurochir (Wien). 2019; 161(5): 895–898.
9. Gopalakrishnan MS, Shanbhag NC, Shukla DP, Konar SK, Bhat DI, Devi BI. Complications of Decompressive Cra-

niectomy. *Front Neurol.* 2018; 9: 977. Published 2018 Nov 20. doi: 10.3389/fneur.2018.00977.

10. Greenberg MS (ed.). *Handbook of Neurosurgery* 8th ed. New York: Thieme 2016. ISBN 978-1-62623-241-9.

11. Güresir E, Vatter H, Schuss P, Oszvald A, Raabe A, Seifert V, Beck J. Rapid closure technique in decompressive craniectomy. *J Neurosurg.* 2011; 114(4): 954–60.

12. Hanko M, Soršák J, Snopko P, Opšenák R, Zelenák K, Kolarovszki B. Incidence and risk factors of early postoperative complications in patients after decompressive craniectomy: a 5-year experience. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020 Apr 19. doi: 10.1007/s00068-020-01367-4. Epub ahead of print.

13. Hawryluk GWJ, Rubiano AM, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Bratton SL, Chesnut R, Harris OA, Kissoon N, Shutter L, Tasker RC, Vavilala MS, Wilberger J, Wright DW, Lumba-Brown A, Ghajar J. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations. *Neurosurgery.* 2020; 87(3): 427–434.

14. Huang MC. Surgical Management of Traumatic Brain Injury. In: Winn, HR. ed. *Youmans & Winn Neurological Surgery* 7th ed. Philadelphia: Elsevier, 2017: 2910–2921. ISBN 978-0-323-28782-1.

15. Hutchinson PJ, Kolias AG, Tajsic T, Adeleye A, Akilu AT, Apriawan T, Bajamal AH, Barthélemy EJ, Devi BI, Bhat D, Bulters D, Chesnut R, Citerio G, Cooper DJ, Czosnyka M, Edem I, El-Ghannour NM, Figaji A, Fountas KN, Gallagher C, Hawryluk GWJ, la-

ccarino C, Joseph M, Khan T, Laeke T, Levchenko O, Liu B, Liu W, Maas A, Manley GT, Manson P, Mazzeo AT, Menon DK, Michael DB, Muehlschlegel S, Okonkwo DO, Park KB, Rosenfeld JV, Rousseau G, Rubiano AM, Shabani HK, Stocchetti N, Timmons SD, Timofeev I, Uff C, Ullman JS, Valadka A, Waran V, Wells A, Wilson MH, Servadei F. Consensus statement from the International Consensus Meeting on the Role of Decompressive Craniectomy in the Management of Traumatic Brain Injury: Consensus statement. *Acta Neurochir (Wien).* 2019; 161(7): 1261–1274.

16. Hutchinson PJ, Kolias AG, Timofeev IS, Corteen EA, Czosnyka M, Timothy J, Anderson I, Bulters DO, Belli A, Eynon CA, Wadley J, Mendelow AD, Mitchell PM, Wilson MH, Critchley G, Sahuquillo J, Unterberg A, Servadei F, Teasdale GM, Pickard JD, Menon DK, Murray GD, Kirkpatrick PJ; RESCUE Trial Collaborators. Trial of Decompressive Craniectomy for Traumatic Intracranial Hypertension. *N Engl J Med.* 2016; 375(12): 1119–30.

17. Kolias AG, Scotton WJ, Belli A, King AT, Brennan PM, Bulters DO, Eljamel MS, Wilson MH, Papadopoulos MC, Mendelow AD, Menon DK, Hutchinson PJ; UK Neurosurgical Research Network; RESCUE-ASDH collaborative group. Surgical management of acute subdural haematomas: current practice patterns in the United Kingdom and the Republic of Ireland. *Br J Neurosurg.* 2013; 27(3): 330–3.

18. Májovský M, Häckel M, Svoboda N, Masopust V, Šňupárek Z, Netuka D, Beneš V. Středně poranění mozku. *Cesk Slov*

Neurol N. 2019; 82/115(6): 600–612.

19. Malliti M, Page P, Gury C, Chomette E, Nataf F, Roux FX. Comparison of deep wound infection rates using a synthetic dural substitute (neuro-patch) or pericranium graft for dural closure: a clinical review of 1 year. *Neurosurgery.* 2004; 54(3): 599–603; discussion 603–4.

20. Marmarou A, Anderson RL, Ward JD, Choi SC, Young HF, Eisenberg HM, Foulkes MA, Marshall LF, Jane JA. Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma. *J Neurosurg Suppl.* 1991; 75(1s): 59–66.

21. Mraček J. Dekompresivní kraniektomie. Praha: Galén, 2016. ISBN 978-80-7492-264-0.

22. Mraček J, Choc M, Mraček Z. Osteoplastická dekompresivní kraniektomie. *Cesk Slov Neurol N.* 2007; 70/130(3): 290–293.

23. Peeters W, van den Brande R, Polinder S, Brazinova A, Steyerberg EW, Lingsma HF, Maas AI. Epidemiology of traumatic brain injury in Europe. *Acta Neurochir (Wien).* 2015; 157(10): 1683–96.

24. Seelig JM, Becker DP, Miller JD, Greenberg RP, Ward JD, Choi SC. Traumatic acute subdural hematoma: major mortality reduction in comatose patients treated within four hours. *N Engl J Med.* 1981; 304(25): 1511–8.

25. Teasdale GM. The Glasgow Coma and Outcome scales: Practical questions and answers. In: Sindou M. ed. *Practical Handbook of Neurosurgery From Leading Neurosurgeons.* Wien: Springer, 2009: 395–409. ISBN 978-3-211-84819-7.