

KRANIOPLASTIKA NA MODELU

Václav MASOPUST, Martin HÄCKEL

Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Neurochirurgická klinika, IPVZ, ÚVN, Praha

Souhrn

Úvod: Autoři popisují metodu náhrady lebeční kostní ploténky (kalvární kranioplastiku) za použití metylmetakrylátového kopolymeru na modelu. Metoda je především vhodná pro nemocné po kraniocerebrálním poranění ošetřeném dekompresivní kraniektomií, ale je také využitelná pro široké spektrum nemocných se ztrátou části lebeční klenby (důsledky nádorů kosti, infekcí apod.).

Metoda: Pět pacientů podstoupilo kranioplastiku na modelu s použitím metylmetakrylátu fixovaného titanovými dlahami miniplates.

Výsledky: Žádný pacient neměl komplikace, které by vyžadovaly novou chirurgickou revizi.

Závěr: Metoda je vhodná pro těžší kraniocerebrální poranění, zejména válečná poranění hlavy, podmínkou je dostupnost potřebného materiálu.

Klíčová slova: Poranění hlavy; Dekompresivní kraniektomie; Kranioplastika.

Cranioplasty in the Model

Summary

Objective: To describe an optional method for performing cranioplasty after decompressive craniectomy using methylmethacrylate copolymer with model in patient with traumatic brain injury.

Methods: Five patients underwent surgery for treatment of post craniectomy bone deficit by methylmethacrylate material fixing a position by titan miniplates.

Results: No patient had complications related to this technique and none required further operation.

Conclusion: This procedure has the potential to be provide good results in war head injuries.

Key words: Head trauma; Decompression; Craniectomy; Cranioplasty.

Úvod

Kraniocerebrální poranění je svou závažností logicky spojováno především s traumatem centrální nervové soustavy (CNS), část případů tvoří tzv. difúzní či kontuzní poranění mozku bez poškození skeletu, ale většinou je spojeno s poraněním ochranného skeletu CNS, tj. lebeční klenby a baze. Defekty lebečního skeletu sebou nesou kromě jiných rizik především nebezpečí opětovné nebo sekundární traumatizace CNS. Riziko těžkých pouřazových (neurologických) deficitů se nedostatečným ošetřením poraněného skeletu významně zvyšuje. S růstem kvality péče o poraněné i v podmínkách periferní péče či polních podmínkách a zároveň s růstem kapacity a rychlosti transportu poraněných se dlouhodobě počet nemocných s těžkým neurodeficitem naopak spíše snižuje. Oba popsané trendy uvozují nová hlediska kraniocerebrální traumato-

logie, zejména pro válečné nebo bojové podmínky. V novém centru zájmu se ocitá chirurgická plastika lbi, a to hlavně výběr způsobu plastiky – nejen dostatečně dostupné, méně finančně a časově náročné, ale zároveň dostatečně spolehlivé metody.

Díky skutečnosti, že defekty lbi vznikají v traumatologii v běžném životě daleko častěji než při bojových střetnutích (ať už jako přímý následek traumatu, nebo důsledek ošetření traumatu či následek dekompresní kraniektomie prováděné z netraumatologických důvodů), vývoj v oblasti náhrad kostních plotének v mírových dobách nijak nestagnuje. Řada významných chirurgických odvětví se bez náhrad kostní ploténky již neobejde, za všechny jmenujme např. otorinolaryngologii, neuroonkologii či nedávno koncipovaný obor chirurgie lební baze. V současné době se na trhu objevují náhrady kostní ploténky z různých materiálů, nejčastěji na bázi kovu (titan) nebo plastu (karbon fibre) (5, 10). Žádný

z těchto materiálů není z hlediska požadavků na přirozenou schránu mozku stoprocentně dokonalý a nedosahuje kvality přirozené lebeční klenby.

Odhlédneme-li od ekonomického hlediska, nejsou v literatuře k dispozici výsledky srovnávacích studií potřebné úrovně a nelze tedy některý typ náhrady z hlediska medicíny upřednostnit. Z pohledu potřeby moderní armády se jedna z klasických, tj. starších metod, jeví jednou z nejzajímavějších možností. Jde o metodu užití akrylátového kopolymeru s obchodním názvem Palacos. Práce s polymetylmetakrylátem (Palacos) však vykazuje i v plně komfortních podmínkách jistý stupeň náročnosti a bez úpravy metodiky ji nelze v bojových podmínkách dobře využít. Přesto má metoda podle názoru autorů významné výhody – např. při srovnání s časově náročnějšími metodami (doba vytvoření jiné náhrady může dosahovat až čtyř týdnů – v bojových či jiných ztížených podmínkách je tak použitelnost takových metod jednoznačně nižší). Cílem článku je přispět zkušeností s používanou metodikou, která by podle našeho názoru obstála v bojových podmínkách nebo podmínkách běžných v zahraničních misích AČR s žádnými nebo jen s minimálními individuálními úpravami.

Soubor a metodika

Za poslední dva roky jsme u 5 nemocných provedli kranioplastiku s pomocí modelu hlavy. Jednalo se o 3 muže a 2 ženy, věkové rozmezí od 24 do 54 let (průměrně 37,5). Ve všech případech se jednalo o nemocné chirurgicky ošetřené dekompresní kraniektomií (osteoklastickou kraniotomií), u 4 nemocných pro akutní subdurální hematom s edémem mozkové hemisféry, v jednom případě pro otok mozku při těžkých spazmech po subarachnoidálním krvácení. Ve všech případech šlo o nemocné, u nichž se z technických důvodů nepodařilo zachovat původní kostní ploténku.

Postup úpravy kranioplastické ploténky: Používáme model hlavy, který byl původně určen k nastavení bezrámové stereotaktické navigace pro přístroj Stealth Station (fy Medtronic, Memphis, TEN, U.S.A.). Tento model hlavy je vyroben z termorezistentního plastu, je snadno ošetřitelný (omyvatelný) po operačním použití a je možné model sterilizovat. Nevýhodou je pouze neúplnost klenby lebeční – na modelu schází vertex, tj. hlava má defekt vrchlíku se základnou o průměru 8 cm. Z uvedené

charakteristiky vyplývá, že chybějící část klenby lze za použití vhodného materiálu snadno domodelovat. Nejprve model překryjeme sterilní průsvitnou fólií (vhodný je celofán či podobný materiál), kterou zvlhčíme. Standardním způsobem připravíme polymerizaci akrylátu (ředění práškového monomeru činidlem ve zvoleném nebo předepsaném poměru, míchání). Tvárný, dosud nepolymerizovaný materiál poté nanese na fólii pokrývající model hlavy ve velmi tenké a co nejkompaktnější vrstvě (snažíme se omezit počet zeslabených a naopak zesílených míst, puklín a jiných defektů ve smyslu běžné modelace). Nad kostní defekt vložíme druhou fólii, kterou označíme na okraji chirurgickou tužkou či jiným značkovačem.

Po sejmutí označené fólie upravujeme fólii nůžkami – zastříháváme okraje podle označení a vložíme na tvrdnoucí (polymerizující) ploténku. Ještě v měkkém stavu okraje vymodelované ploténky rovněž upravujeme – ořezáváme skalpelem podle ostřížené fólie. Dokončení polymerizace – úplné zatvrdnutí ploténky – probíhá opět na modelu hlavy. Poté sneseme fólii se ztvrdlé (polymerizované) palakosové ploténky. Připravíme si úchyty v ploténce – vzduchovou kulovou frézku, obvykle o průměru 1–1,5 mm, vyvrtáváme potřebný počet úchyťových otvorů, plánujeme-li fixaci jednodušším způsobem, tj. např. pouze stehy. Je-li implantát (ploténka) větších rozměrů (např. při větších fronto-temporo-parietálních defektech) ploténku ještě perforujeme po celé ploše (na způsob cedníku) větší (2–2,5 mm průměr) frézku tak, aby bylo možné aktivní drenáž (Redon) vysávat obsah z epidurálního prostoru pod ploténkou. Vkládáme kostní ploténku do otvoru a fixujeme zvoleným způsobem. V části případů je možné použít pouze pevný steh za použití připravených úchyťových otvorů (viz shora). Stabilitnější, ale časově a ekonomicky náročnější je použití některého ze systémů mikrodlažek. Na našem pracovišti máme dobrou zkušenost např. se systémy Lorenz (fy Walter Lorenz, Kassel, BRD). Vrutky systému jsou samořezné a nevyžadují příliš rozsáhlý soubor instrumentária.

Výsledky

U všech 5 provedených kranioplastik jsme konstatovali vždy velmi dobrý kosmetický efekt. V žádném z případů jsme nezaznamenali únik mozkomíšního moku (likvorea), infekci či epidurální/sub-

galeální krvácení (hematom). U jednoho ošetřeného se v okolí palakosového implantátu vytvořila serózní reakce, vzniklý serom byl opakovaně punktován a poté se již nevytvořil, takže jsme implantát nemuseli odstraňovat. Ani v jednom případě jsme nezaznamenali zhoršení neurologického nálezu.

Diskuse

Při rozvoji jednoho z nejčastějších neurochirurgických syndromů – syndromu nitrolební hypertenze – volíme nejčastěji včasnou dekompresi nitrolebního prostoru. Nejčastěji používaný dekompresní výkon, osteoklastická kraniotomie či kraniiektomie, tak patří mezi základní řadu neurochirurgických výkonů, které jsou „denním chlebem“ a bez kterých se žádné neurochirurgické pracoviště neobejde (7, 8, 9). Přestože je dodnes rozsah výkonu (velikost kraniiektomie) předmětem častých diskuzí, zejména na neurotraumatologických setkáních, není sporu o tom, že výkon musí být proveden v dostatečném rozsahu. Nedostatečný otvor v lebce by mohl zapříčinit herniaci mozku mezi okraji klastického otvoru (1, 2, 12). Vzniklý prostor – defekt lbi – je tak v danou chvíli nesmírně žádanou život zachraňující podmínkou. Je třeba si ale uvědomit, že jde o řešení pouze dočasné, velmi vzdálené od fyziologických podmínek v hlavě. Uzavření kostní klenby hlavy totiž zdaleka není jen kosmetickou záležitostí. Skořepa lbi vytváří uzavřený kompartment zajišťující tlakově-objemové poměry pro intrakraniálně uložené tkáně (mozek, hlavové nervy aj.). Větší a zejména dlouhodobé defekty lbi způsobují narušení jednotlivých tlakových poměrů, které mohou vést nejen ke klinickým obtížím, ale mohou také zhoršovat proces přirozené regenerace traumatizované mozkové tkáně. Včasné a kvalitní uzavření defektu lbi se tak stává přímou významnou součástí léčby samotného neurotraumatu.

Jak již bylo v úvodu poznamenáno, v současné době se na trhu objevují náhrady kostní ploténky z různých materiálů, nejčastěji na bázi kovu (titan) nebo plastu (karbon fibre) při přibližně stejné kvalitě (žádný z materiálů není plnohodnotný proti přirozené kalvě a není jasné, jaká kritéria při výběru materiálu použít, kromě hlediska ekonomického). Podstatným hlediskem pro potřebu např. armád či terénních pracovišť se tak podle autorů stává doba a nároky potřebné k vytvoření (vymodelování) im-

plantátu. Palacosovou ploténku je možné vytvořit i na místě s nekomfortně vybaveným pracovištěm. Použijeme-li model hlavy, lze touto technikou dosáhnout i přijatelného kosmetického efektu a tím snížit další riziko traumatizace či přímo eliminovat traumatizaci CNS a poskytnout poraněnému (chirurgicky ošetřenému) definitivní léčbu.

Obě charakteristiky vytvářejí z klasické (dnes již jistě z mnoha hledisek zastaralé) modelace náhradního lebečního krytu (kranioplastiky metylmetakrylátem Palacos) velmi zajímavou metodu pro potřeby různých organizací se složkami pracujícími v terénu (např. armády, různé mise apod.). Jiné techniky, např. dnes nejkvalitnější náhrady lbi – titanové kryty aj. – vyžadují vytvoření počítačového modelu defektu. Kosmetický efekt takových výkonů je samozřejmě vyšší. Obvykle se ale jedná o individuálně vytvořenou plastiku vyžadující značné prostředky, a figurující tak zcela mimo běžně hrazený zdravotnický systém. Uvažovat o jeho využití pro potřeby extramurálně pracujících organizací lze jistě jen s těžší. Pomineme-li finanční náročnost vytvoření implantátu, je dalším problémem doba vytvoření náhrady, která se obvykle pohybuje mezi 4 a 6 týdny. Z hlediska četnosti válečných poranění, typickým válečným traumatem lbi je např. impresivní zlomenina kalvy s drobnými úlomky kosti v měkkých tkáních i intrakraniálně (v mozku). Pokud při takovém traumatu nehrozí větší expanze poškozené CNS (např. při otoku mozku, kde se musí provést dostatečně rozsáhlá hemisferální kraniiektomie na nezbytnou dobu), je nejvhodnější léčebnou metodou nejen odstranění drobných úlomků kosti a mechanické vyčištění a ošetření rány (stáza krvácení aj.), ale i odstranění poškozené okolní kostní struktury, která dosud není odlomena od kalvy (např. hrozí-li pro větší poškození a zanesení organického materiálu infekce celého krania). Jde vlastně o individuálně prováděnou trepanaci a kraniiektomii menšího rozsahu. Pro oba případy – rozsáhlou dekompresní fronto-temporo-parieto(-okcipitální) kraniiektomii (DKE) i pro individuální kraniiektomii menšího rozsahu platí neustále opakovaná premisa – požadavek co nejčasnějšího zacelení krytu nitrolebí, kosmetický efekt zde je hlediskem druhotným. Zatímco v prvním případě je timing plastiky diktován stavem CNS, tj. výkon lze provést až po dostatečném ústupu edému mozku, pro ostatní případy platí obecné požadavky na co nejmenší zátěž nemocného, ideální je provedení kranioplastiky v jedné době při ošetření traumatu.

Pro první případ (stavy, kde hrozí edém mozku) lze oba protichůdné požadavky poněkud sladit použitím „dočasného krytu“ mozku, aniž bychom eliminovali dekompresní efekt kraniektomie. Jednou možností je použití elastického izolačního materiálu, např. silikonového elastomeru. Implantát může sloužit zároveň jako kryt CNS i jako prevence nežádoucích srůstů neurální a mezenchymální tkáně (jizvení, srůsty se svalovou tkání aj.) (6, 11). Další možností ošetření po DKE je ponechání původní kosti na místě („in situ“ – předpokladem je intaktní stav kosti, což bývá u otevřených poranění typických pro bojové podmínky téměř vyloučeno), a to: a) volně položené anebo b) fixované některým ze semirigidních způsobů.

Zajímavé zkušenosti mají kolegové z plzeňského pracoviště se zavěšením osteoplastické kostní ploténky původní kosti tzv. „na pantech“. Tento způsob vykazuje značné množství výhod, včetně nízké nákladové náročnosti, ale opět pro něj platí jako pro ostatní autokranioplastiky podmínka dostatečného zachování původní kosti. Náročnost na stav původní kosti činí i z „kranioplastiky na pantech“ metodu spíše nezpůsobilou pro využití při ošetření bojových poranění (4, 7, 8, 9). Ještě větší omezení platí i pro možnost uchování kostní ploténky extrakorporálně. Většina konzervačních způsobů předpokládá náročné zajištění autotransplantátu, tedy zejména hluboké zmrazení odstraněné kostní ploténky, a to je v terénních podmínkách obvykle nedosažitelné (3).

Pro druhý případ (poranění kostního krytu hlavy, kde nehrozí otok mozku) se ukazuje jako nejvhodnější metoda kranioplastika, kterou lze v jedné době provést při ošetření poranění, tedy na místě. Určitou slabinou jinak finančně nízkonákladové metody je způsob fixace vymodelovaného implantátu. Zde popisované fixace pouze pomocí pevných stehů je vhodná pouze pro defekty menšího rozsahu, které se kranioplastikou řeší při větším anatomic-kém (kosmetickém) významu deficitní tkáně, např. na viditelných místech kalvy mimo pokrývku hlavy nebo u jedinců, kteří již vlasový kryt hlavy mají silně redukován (starší muži). Při větších defektech, jež tvoří značné procento otevřených poranění hlavy, nelze fixaci stehy považovat za dostatečnou. Akrylátová vložka (ploténka Palacos) má vlastnosti xenotransplantátu a nelze předpokládat její vhojení do hlavy jako při navrácení vlastní kosti (autotransplantát). Drobné posuny xenotransplantátu, stejně

jako vlastní fixační materiál stehu jsou faktory, které mohou podporovat vznik aseptického zánětu (jizevnaté dráždění, granulace) nebo vytvářet podmínky pro vznik infektu. Překrvení tkáně zmíněným drážděním může rovněž zvyšovat pravděpodobnost vzniku infekce. Sami jsme opakovaně pozorovali hnisavý zánět v místě ukotvení Palacos ploténky po fixaci stehem i 6 měsíců(!) po její implantaci. Z tohoto pohledu se stává určitá finanční náročnost titanových kotvících dlažek druhotným hlediskem, protože celkově náklady léčby dostatečná fixace implantátu snižuje.

Zánět zůstává největším nebezpečím implanta-ce i při použití kvalitní titanové fixace dlažkami. Jak již bylo opakovaně řečeno, v traumatologii je podíl otevřených poranění nezanedbatelný a při poranění kožního krytu nelze infikování ošetřené rány nikdy zcela eliminovat. Výkon musí být prováděn pod antibiotickou clonou. Výběr ATB volíme podle charakteru poranění (penterující – upřednostňována jsou ATB s vysokým průnikem do mozkomíšního moku k prevenci infektu za hematoencefalickou bariérou; nepenetrující – upřednostňována jsou antibiotika s vysokým průnikem do kostní tkáně). Na našem pracovišti jsou nevíce používány cefalosporiny II. generace, případně klindamicinová řada. Podáváme je v dostatečné gramáži vztažené k celkové hmotnosti ošetřovaného před úvodem do anestézie, dále pokračujeme nejméně prvních 48 hodin a dále podle stavu rány.

Důležitou prevencí intradurální infekce je kvalitní uzávěr tvrdé pleny pod implantovanou ploténkou, pokud došlo k jejímu poškození u penetrujících poranění, anebo bylo nutno při ošetření intradurální léze (např. většího krvácení nebo vynětí subkalvárně uloženého cizího předmětu tvrdou plenu chirurgicky otevřít (zvětšit rozsah durotomie nebo durotomie na jiném přístupovém místě). Nedokonalý uzávěr může být příčinou úniku mozkomíšního moku (vznik likvorey) a nezhojení rány, případně vytvoření likvorové pseudocysty při zachování kožního krytu. Locus resistantiae minoris hojení rány tvoří zejména prostor pod Palacosovou ploténkou. Hojení durální sutyry je zde logicky ztíženo (dura z jedné strany přiléhá k implantátu, navíc nikoli těsně, obvykle díky konvexitě kalvy bývá oddělena z hlediska průniku neokapilár nikoli nevýznamnou vrstvou vzduchu. Naše zkušenosti jasně ukazují, že další zátěž (např. použití allogenního či xenogenního transplantátu tvrdé pleny) podmínky pro zhojení natolik ztěžují, že k hojení per

primam prakticky nedochází. Proto zásadně nepoužíváme souběh xeno(allo-)plastiky tvrdé pleny zároveň s xenoplastikou Palacos. Uvedenou strategii bude možné časem přehodnotit, pokud se parametry durálních náhrad budou více přibližovat parametrům původní tkáně. Za stávajících podmínek však musíme doporučit do prostoru krytého akrylátovou ploténkou výhradně autoplastiku tvrdé pleny (nejčastěji bývá užito fascia lata stehna dolní končetiny). Metoda je samozřejmě omezena rozsahem celkových poranění, např. odběr fascie u polytraumatizovaných poraněných s amputovanými končetinami musí být individuálně přizpůsoben. V některých extrémních situacích (rozsáhlejší popáleniny apod.) může být dosažitelnost vlastní fascie natolik ztížena, že je nutno k durálnímu xenotransplantátu sáhnout. V takových situacích se jako vhodný materiál podle našich zkušeností jeví např. umělá tvrdá plena Tissudura (fy Baxter, Illinois, USA).

Uzavírání kožního krytu má největší význam pro celkový kosmetický efekt. Xenotransplantát (Palacos) je nutné překrýt kožním lalokem po celé ploše, i kdyby bylo pro splnění takové podmínky nutno vytvořit kožní defekt na jiném místě. V takových případech ponecháváme na kožním neodefektu perióst jako vhodný podklad pro transplantaci kožního štěpu. Při rozsáhlejších defektech kožní pokrývky je nutná spolupráce plastického chirurga, při větším poranění splachnokranií obličejového chirurga atd. Týmová interdisciplinární spolupráce je nejen předpokladem, ale i nezbytnou podmínkou pro kvalitní ošetřování kraniocerebrálních poranění.

Závěr

Kranioplastika v námi navrhované podobě je jednoduchou, rychlou, levnou a hlavně kosmeticky přijatelnou variantou ošetření kostních defektů lbi. Jde o metodu použitelnou v případě nutnosti také v polních podmínkách při splnění některých podmínek, včetně dostupnosti modelu hlavy. Zvyšující se náročnost na ošetření kraniocerebrálních poranění si nejspíše vyžádá v dohledné době další úpravy standardizovaných metodik, včetně kranioplastiky. Stále více bude nutné zohledňovat nejen primární a sekundární medicínské požadavky, ale i sociální a ekonomická hlediska. Požadavky na kosmetický efekt primárních ošetření v jakýchkoli podmínkách tvoří hranici medicínského a paramedicínského pohledu a tato hranice se bude nejspíše dále posouvat.

Literatura

1. ARABI, B., et al. Outcome following decompressed craniectomy for malignant swelling due to severe head injury. *J. Neurosurg.*, 2006, vol. 104, p. 469–479.
2. GRADY, MS. Decompressive craniectomy. *J. Neurosurg.*, 2006, vol. 104, p. 467–468.
3. GROSSMAN, N., et al. Deep-freeze preservation of cranial bones for future cranioplasty: nine years of experience in Soroka University Medical Center. *Cell Tissue Bank.*, 2007, vol. 8, no. 3, p. 243–246.
4. KO, K. – SEGAN, S. In situ hinge craniectomy. *Neurosurgery*, 2007, vol. 60, no. 4 (Suppl 2), p. 255–258.
5. KRIEGLER, R. – SCHALLER, C. – CLUSMANN, H. Cranioplasty for large skull defects with PMMA (Polymethylmethacrylate) or Tutoplast processed autogenic bone grafts. *Zentralbl. Neurochir.*, 2007, vol. 68, no. 4, p. 182–189.
6. LEE, CH., et al. Usefulness of silicone elastomer sheet as another option of adhesion preventive material during craniectomies. *Clin. Neurol. Neurosurg.*, 2007, vol. 109, no. 8, p. 667–671.
7. MRAČEK, Z. Význam veliké nekompresivní kraniotomie při edému mozku u těžkých kraniocerebrálních poranění. *Rozhl. Chir.*, 1977, roč. 56, č. 9, s. 597–605.
8. MRAČEK, Z. *Kraniocerebrální poranění*. Praha, Avicenum, 1988.
9. MRAČEK, J. – MRAČEK, Z. – CHOC, M. Poznámky k operační taktice a technice nekompresivní kraniotomie – přehledný referát. *Rozhl. Chir.*, 2007, roč. 86, č. 5, s. 217–223.
10. SARINGER, W. – NÖBAUER-HUHMANN, I. – KNOSP, E. Cranioplasty with individual carbon fibre reinforced polymers (CFRP) medical grade implants based on CAD/CAM technique. *Acta Neurochir. (Wien)*, 2002, vol. 144, no. 11, p. 1193–1203.
11. VAKIS, A., et al. Use of polytetrafluoroethylene dural substitute as adhesion preventive material during craniectomies. *Clin. Neurol. Neurosurg.*, 2006, vol. 108, no. 8, p. 798–802.
12. WAGNER, S., et al. Suboptimum hemi-craniectomy as a cause of additional cerebral lesions in patients with malignant infarction of the middle cerebral artery. *J. Neurosurg.*, 2001, vol. 94, p. 693–696.

Článek byl podpořen grantem IGA MZ ČR NR - 8838

Korespondence: Mjr. MUDr. Václav Masopust
Neurochirurgická klinika 1. LF UK, IPVZ a
ÚVN Praha
U Vojenské nemocnice 1200
169 02 Praha 6-Střešovice
e-mail: masopust@uvn.cz

Do redakce došlo 13. 8. 2008