

Liška M.¹, Kozák J.¹, Lišková Z.², Harag T.¹, Šteňo A.¹, Šteňo J.¹

¹ Neurochirurgická klinika LFUK a UNB, Univerzitná nemocnica Bratislava, Nemocnica akad. L. Déreya, Limbová 5, 83101 Bratislava, Slovensko

² Rádiológia s.r.o., CT a MR pracovisko, Nemocnica sv. Cyrila a Metoda, Antolská 11, 85107 Bratislava, Slovensko

Intrakraniálne aneurizmy po úraze hlavy

Súhrn

Traumatické aneurizmy mozgových tepien (TCA) sú zriedkavé a vyskytujú sa len v 3 % všetkých kranio-cerebrálnych (KC) poranení. Vzhľadom k vysokej morbidite a mortalite, hlavne u nediagnostikovaných TCA, si táto nozologická jednotka vyžaduje zvýšenú obozretnosť pri diferenciálne-diagnostických úvahách u pacientov s KC traumou. Údaje o patofyziologických mechanizmoch ich vzniku a aj ich morfológii sú aj napriek ich nízkej incidencii pomerne dobre známe. Pacientov s vyšším rizikom vzniku TCA je možné definovať na základe veku, typu poranenia, klinického priebehu a nálezu na CT vyšetrení mozgu. U rizikových pacientov je nevyhnutné po aneurizme pátrať angiografickým vyšetrením nie len bezprostredne po úraze, ale aj s odstupom času. Mortalita pacientov s diagnostikovanou a ošetrovanou traumatickou aneurizmou klesá o viac ako polovicu oproti pacientom s neošetrovanou TCA. Vzhľadom k vysokému riziku krvácania z TCA sú takmer všetky indikované na ošetrovanie, a to buď mikrochirurgicky alebo endovaskulárne.

Kľúčové slová: intrakraniálna aneurizma, kranio-cerebrálna trauma, traumatická aneurizma

Abstract

Traumatic aneurysms of cerebral arteries (TCA) are rare and occur only in 3% of all head injuries. Nevertheless they increase the morbidity and mortality of patients suffering from this disease primarily when not diagnosed on time. Despite their low incidence the pathophysiological mechanisms of their formation and morphology is quite well described in literature. According to age, type of trauma, clinical presentation and CT findings it is possible to select patients with higher risk of harboring a TCA. It is essential to angiographically examine all patients with high risk of TCA not only immediately after the injury but also with time. Mortality of patients with treated TCA decreases by more than half in comparison with non-treated patients. The risk of TCA rupture is very high and therefore are almost all traumatic aneurysms eligible for either microsurgical or endovascular treatment.

Key words: cerebral aneurysm, craniocerebral trauma, traumatic aneurysm

Úvod

Traumatické cerebrálne aneurizmy (TCA) sú raritné ochorenia, tvoria len 1 % zo všetkých intrakraniálnych aneurizmiem (1). Vyskytujú sa často u detí, až 23 – 30 % TCA sa potvrdilo u pacientov pod 18 rokov (2). Vznikajú nie len po otvorených ale aj pri tupých poraneniach hlavy. Napriek nízkej incidencii TCA sa jedná o závažné ochorenie s vysokou mortalitou (27 %) a vysokým rizikom vážnych trvalých následkov (19,2 %) (3). S rozvojom zobrazovacích techník sa výrazne zlepšili možnosti ich diagnostiky a rozvoj intervenčnej rádiológie priniesol novú možnosť, ktorá sa v liečbe týchto aneurizmiem využíva stále častejšie.

Etiológia a patofyziológia vzniku

Vznik TCA po úraze hlavy je vždy spôsobený poškodením cievej steny. K traumatickej lézii cievej steny dochádza priamo pri penetrujúcom poranení hlavy, kedy penetrujúci predmet alebo úlomky kosti priamo poškodia intrakraniálnu cievu (4). Z penetrujúcich poranení sú najrizikovejšie bodné poranenia ostrým predmetom. V štúdií, ktorá zahŕňala pacientov s bodným poranením hlavy vznikla posttraumatická aneurizma u 14,9 % pacientov. Naopak pri strelných penetrujúcich poraneniach sa TCA potvrdila len v 3,6 % prípadov (5). Pokiaľ ide o mechanizmus poškodenia cievej steny, do rovnakej skupiny ako penetrujúce poranenia mozgu môžeme zaradiť aj iatrogénne poranenia, ktoré vznikajú raritne po endoskopických zákrokoch, po intranazálnych operáciách, ale popisované sú aj aneurizmy po opakovaných evakuáciách subdurálnej kolekcie z trepanácie (5).

Nepriamo môže vzniknúť TCA na cievach prebiehajúcich v blízkosti fálxu a tentoria, najmä na distálnych vetvách arterie cerebri anterior (ACA) alebo posterior (ACP). Poškodenie cievej steny je pravdepodobne spôsobené

kontaktom cievy so spomínanými rigidnými štruktúrami pri úraze pôsobením rotačných síl (4).

Okrem toho vznikajú traumatické aneurizmy aj v proximálnom úseku arterie carotis interna (ACI) pod processus clinoides anterior. V danej oblasti prebieha tepna v tesnej blízkosti bázy lebky a pri fissurách bázy môže ľahko dôjsť ku jej mechanickému poškodeniu. Terminálne kortikálne úseky, najmä úseky arterie cerebri media (ACM) a v menšej miere aj ACA sú ohrozené najčastejšie pri impresívnych fraktúrach lebky. K poškodeniu cievnej steny môže dôjsť aj pôsobením lineárnych síl, ktoré vedú k elongácii cievy (4).

Morfológia a lokalizácia aneuriziem

Typickou črtou TCA je lokalizácia mimo predilekčných miest výskytu intrakraniálnych aneuriziem (4). Traumatické aneurizmy sa na rozdiel od ostatných aneuriziem nevyskytujú výhradne vo vetvení artérií a najčastejšie bývajú uložené distálne v povodí ACM alebo ACA. Menej frekventný výskyt TCA je v zadnej cirkulácii, najmä v povodí arteria cerebelli posterior inferior (ACPI) (6).

Podľa rozsahu a typu poškodenia cievnej steny rozdelíme TCA do štyroch skupín. (Tabuľka č. 1)

Tabuľka 1. Rozdelenie traumatických intrakraniálnych aneuriziem (TCA) podľa morfológie.

Delenie TCA	rozsah poškodenia cievnej steny	riziko krvácania
pseudoaneurizmy	úplne prerušenie všetkých vrstiev cievy	vysoké
pravé TCA	porušená intima ± elastica interna a media, adventícia neporušená	stredne vysoké
disekujúce TCA	porušená intima, lumen aneurizmy tvorí priestor medzi intimou a lamina elastica interna	nízke
zmiešané TCA	spočiatku čiastočné prerušenie cievnej steny s následnou ruptúrou a kompletným prerušením cievnej steny	vysoké

Pseudoaneurizmy sa vyskytujú najčastejšie (5). Vhl'adom ku kompletnému prerušeniu cievnej steny tvoria ich stenu len okolité štruktúry alebo dutina po vstrebaní hematómu (7). Pravdepodobne z dôvodu ich morfológie majú aj najvyššie riziko krvácania (8).

Druhú skupinu tvoria tzv. pravé aneurizmy, ktoré vznikli čiastočným poškodením cievnej steny, kedy aspoň jedna vrstva zostala zachovaná (7, 9, 10). Vo väčšine prípadov dochádza k porušeniu intimy, v niektorých prípadoch je porušená aj lamina elastica interna alebo media, pričom tunica adventicia zostáva neporušená (5). Intrakraniálnym arteriám na rozdiel od ostatných artérií v organizme chýba lamina elastica externa a ich media je tenšia, čím sú náchylnejšie na poškodenie pri úraze (3).

Do tretej skupiny patria disekujúce aneurizmy, ktorých lumen tvorí priestor medzi intimou a lamina elastica interna (10). Zo všetkých skupín majú síce najnižšie riziko krvácania, avšak môžu viesť ku trombotizácii postihnutej cievy s jej uzáverom a následnou ischémiou mozgu (8).

Niektorí autori popisujú aj takzvané zmiešané aneurizmy, ktoré vznikajú z pravých alebo disekujúcich TCA po ich ruptúre s následným vytvorením pseudoaneurizmy (5). Riziko krvácania z týchto aneuriziem je rovnako veľmi vysoké.

Klinický obraz a diagnostika

Väčšina TCA podobne ako pri ostatných intrakraniálnych aneurizmách má asymptomatický priebeh. Lézie hlavových nervov z útlaku aneurizmom sú zriedkavé, ale ak sa objavia, prípadne sa progresívne zhoršujú, je nutné myslieť na TCA. Symptómy ako proptóza, chemóza a porucha zraku svedčia pre karotido-kavernóznú fistulu. Epistaxa je častý príznak pri aneurizmách infraklinoidného úseku arteria carotis interna. Väčšina TCA sa však prejaví až po krvácaní, a to príznakmi syndrómu intrakraniálnej hypertenzie a symptómami z ložiskového poškodenia mozgového tkaniva hematómom alebo ischémiou. Klinický obraz ako napr. lézie hlavových nervov, epistaxa, epilepsia, príznaky intrakraniálnej hypertenzie a ďalšie sa manifestujú v závislosti od lokalizácie aneurizmy. (Tabuľka č. 2). Priemerné riziko krvácania z TCA sa popisuje v 19 % s vrcholom výskytu v 2. a 3. týždni po úraze (11). Mortalita pacientov po krvácaní z TCA stúpa až na 50 % (5).

Tabuľka 2. Rozdelenie traumatických intrakraniálnych aneuriziem (TCA) podľa lokalizácie (23).

Delenie TCA podľa lokalizácie	mechanizmus vzniku	postihnutá cieva	klinický obraz
a. carotis interna – infraklinoidný úsek	fisura bázy lebky s poškodením cievy	a. carotis interna	epistaxa, lézie hlavových nervov
a. carotis interna – supraklinoidný úsek	kontakt cievy s processus clinoides anterior	a. carotis interna	porucha vizu, porucha okulomotoriky, príznaky intrakraniálnej hypertenzie
Vertebro-bazilárne povodie	fisura bázy lebky s poškodením cievy	a. cerebelli posterior inferior	príznaky intrakraniálnej hypertenzie
Perifalxové aneurizmy	kontakt s falxom alebo tentoriom	a. cerebri anterior, media a posterior, a. cerebelli superior	príznaky intrakraniálnej hypertenzie
Povrchové aneurizmy	impresívna fraktúra s poškodením cievy	a. cerebri anterior a media	epilepsia, príznaky ložiskového poškodenia mozgu

Tabuľka 3. Rizikovní pacienti pre vznik traumatickej intrakraniálnej aneurizmy (TCA)

Pacienti s vyšším rizikom vzniku TCA	
typ poranenia	CT nález
penetrujúce poranenia	intracerebrálny hematóm v proximálnej časti kanála
	úlomky kosti alebo penetrujúceho predmetu v priebehu kanála
	intracerebrálny hematóm v distálnej časti kanála
	transtentoriálne a transfalxové poranenia
	transhemisferické poranenia
	traumatické zmeny v oblasti trigonum lemnisci
impresívna fraktúra	veľký intracerebrálny hematóm alebo traumatické subarachnoidálne krvácanie v mieste fraktúry
tupé poranenia	fisura bázy lebky najmä v oblasti sinus cavernosus
	subarachnoidálne krvácanie v oblasti bazálnych cysterien a v blízkosti fisury bázy lebky
	subarachnoidálne krvácanie alebo intracerebrálny hematóm pozdĺž falxu alebo tentoria, resp. v oblasti processus clinoides anterior
všetky kraniocerebrálne traumy	recidíva subarachnoidálneho alebo intracerebrálneho krvácania s odstupom času

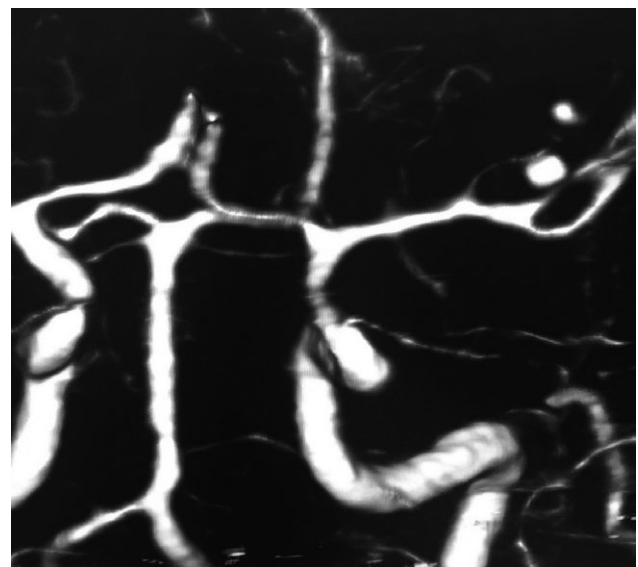
Ak sa u pacienta po kraniotraume s CT nálezom subarachnoidálneho krvácania (SAH) v bazálnych cisternách mozgu potvrdí angiografickým (AG) vyšetrením výdut' na cieve, ktorá je atypicky lokalizovaná, je nutné myslieť v prvom rade na TCA (6). Najčastejšie sú TCA popisované u pacientov s penetrujúcim poranením mozgu, ale podozrenie na TCA je vyššie aj u pacientov s fissurou bázy lebky predilekčne v oblasti sinus cavernosus a u detí s nálezom SAH na iniciálnom CT (12, 13).

**Obr. 1a.** Iniciálne CT vyšetrenie mozgu po úraze (Initial CT scan of the brain following trauma)

Na diagnózu TCA je nutné myslieť u pacientov po otvorenom poranení mozgu najmä ak na iniciálnom CT mozgu pozorujeme intracerebrálny (IC) hematóm s maximom v distálnej časti penetračného kanála, alebo ak kanál zasahuje cez falx či tentorium (14). Nepriaznivým faktorom je aj nález úlomkov kosti alebo penetrujúceho predmetu v kanáli. V literatúre sú ako rizikové ďalej popisované transhemisferické poranenia a poranenia poškodzujúce trigonum lemnisci. Myslieť na možnú traumatickú aneurizmu povrchových ciev sa odporúča aj pri náleze veľkých IC krvácaní v mieste vstupu penetrujúceho predmetu alebo v mieste impresívnej fraktúry (15). V prípade že sa potvrdí recidíva krvácania na kontrolnom CT mozgu pozdĺž penetračného kanála, v mieste impresívnej fraktúry alebo u pacientov po tupom poranení hlavy, je táto diagnóza vysoko pravdepodobná (14).

V prípade podozrenia na TCA je nutné rozšíriť diagnostiku o angiografické vyšetrenie podľa zvyklostí pracoviska. Na našom pracovisku z praktických dôvodov robíme najskôr CT AG vyšetrenie, v prípade že je negatívne pokračujeme MR (magnetická rezonancia) AG vyšetrením a ako poslednú vyšetrovaciu modalitu pre jej invazivitu využívame digitálnu subtrakčnú (DS) angiografiu.

U rizikových pacientov je indikované opakovať AG vyšetrenie s odstupom 10 dní pri penetrujúcich poraneniach (3, 16) a pri tupých poraneniach hlavy s odstupom 5 – 7 dní (3). Dôvodom pre opakovanú angiografiu je fakt, že po poškodení cievnej steny môže aneurizma alebo diskujúca aneurizma vzniknúť postupne, ako aj to, že pseudoaneurizmy sa na angiografickom vyšetrení zobrazia až po čiastočnej kolikvácii okolitého hematómu s vytvorením dutiny. U vysoko rizikových pacientov je opodstatnená ďalšia kontrola o 2 až 3 dni po druhom angiografickom vyšetrení.

**Obr. 1b.** CT angiografické vyšetrenie s nálezom dvoch aneuriziem distálnej frontálnej vetvy ACM vľavo (CT angiography with a proof of two aneurysms of a distal frontal branch of middle cerebral artery)

Liečba

Mortalita pacientov s ruptúrou TCA kolíše v literatúre medzi 32 – 50 % (7), avšak mortalita pacientov s diagnostikovanou a ošetrovanou TCA sa popisuje len v 8 – 24 % (6, 17). Vzhľadom k tomu je každá potvrdená TCA indikovaná na ošetrovanie (5). Konzervatívny postup s observáciou pacienta je indikovaný len raritne, a to najčastejšie u vysoko rizikových pacientov s disekujúcou aneurizmou.

TCA je možné vyradiť z cirkulácie mikrochirurgicky alebo endovaskulárne. Pri chirurgickom ošetrovaní sa najčastejšie využíva priamy kliping aneurizmy (4). V prípadoch, keď to nie je možné sa pristupuje k «trappingu» aneurizmy, čiže uzavretiu cievy nad a pod výduťou. V ojedinelých prípadoch sa využívajú aj operácie s «bypassom». Pri endovaskulárnom ošetrovaní je metódou voľby priamy koiling aneurizmy (4). Ak to anatomické pomery nedovoľujú, je možné realizovať stentom podporený koiling resp. stenting cievy hustopleteným stentom. Nevýhodou metód s implantáciou stentu je nutnosť podávať antitrombotiká pre riziko trombózy cievy, ktoré však zvyšujú riziko recidívy krvácania po kraniocerebrálnej traume. Ako posledná možnosť sa využíva uzavretie cievy (3).

Vzhľadom k nízkej incidencii TCA a kratšej histórii endovaskulárnych zákrokov nachádzame v literatúre častejšie popisované chirurgicky ošetrované prípady (1, 18). Nemožnosť priameho chirurgického alebo endovaskulárneho ošetrovania pri pseudoaneurizmách pre neprítomnosť cievnej stenzy je dôvodom, prečo sa v mnohých prípadoch indikuje uzavretie materskej cievy (3, 7). Endovaskulárne ošetrovanie je v týchto prípadoch vhodnejšie pre nižšiu invazivitu zákroku a možnosť realizácie Matasovho testu pred zákrokom. Traumatické disekcie sú vhodné skôr na endovaskulárne ošetrovanie. Pri distálne uložených aneurizmách často nie je endovaskulárne ošetrovanie indikované pre nemožnosť katetrizácie materskej tepny (19). TCA, pri ktorých je zachovaná aspoň jedna vrstva cievnej stenzy, je možné ošetriť endovaskulárne aj chirurgicky. O spôsobe ošetrovania rozhoduje konzílium neurochirurga a intervenčného radiológa, pričom do úvahy je nutné brať najmä lokalizáciu a morfológiu aneurizmy, prítomnosť expanzívneho IC hematómu, vek, pridružené ochorenia a klinický stav pacienta (20).

Záver

TCA sú napriek svojej nízkej incidencii vážnym medicínskym problémom práve pre nepriaznivú prognózu pacientov s neošetrenou traumatickou aneurizmou. Vzhľadom k tomu, že sa TCA po KC traume vyskytujú len v 3 %, je nutné poznať všetky rizikové faktory, pri ktorých sa TCA vyskytuje častejšie. U rizikových pacientov je nevyhnutné realizovať angiografické vyšetrenie, ktoré by mohlo viesť k ich včasnému odhaleniu a následnému ošetrovaniu ešte pred ruptúrou výdute. Po traumatických aneurizmách treba pri

angiografickom vyšetrení pátrať aj mimo predilekčných miest výskytu aneurizmiem. Manažment pacientov s TCA je prispôsobený stavu pacienta, lokalizácii a morfológii aneurizmy.

Literatúra

1. Moon, T.H., Kim, S.H., Lee, J.W., Huh, S.K.: Clinical analysis of traumatic cerebral pseudoaneurysms. *Korean J Neurotrauma*, 2015, 11, 124-130.
2. Mao, Z., Wang, N., Hussain, M., et al: Traumatic intracranial aneurysms due to blunt brain injury - a single center experience. *Acta Neurochir*, 2012, 154, 2187-93.
3. deSouza, R.M., Shah, M., Koumellis, P., Foroughi, M.: Subarachnoid haemorrhage secondary to traumatic intracranial aneurysm of the posterior cerebral circulation: case series and literature review. *Acta Neurochir*, 2016, 158, 1731-1740.
4. Liška, M., Vulev, I., Lišková, Z., et al: Traumatické aneurizmy arteria cerebri media po penetrujúcom poranení hlavy. *Ces Radiol*, 2017, 71(1), 41-46.
5. Larson, P.S., Reisner, A., Dante, J.: Traumatic intracranial aneurysms. *Neurosurg Focus*, 2000, 8(1), 1-6.
6. Gjersten, O., Nakstad, P.H., Pedersen, H.K., Josefsen, R.: Traumatic Aneurysm of the superior cerebellar artery. *Interventional Neuroradiology*, 2007, 13, 167-171.
7. Šteňo, J., Nádvorník, P., Ferák, I.: Traumatická aneurizma mozgovej tepny. *Československá neurologie a neurochirurgie*, 1983, 46(5), 336-339.
8. Nakstad, P.H., Gjersten, O., Pedersen, H.K.: Correlation of head trauma and traumatic aneurysms. *Interventional Neuroradiology*, 2008, 4 (2008): 33-38.
9. Yazbak, P.A., McComb, J.G., Raffel, C.: Pediatric traumatic intracranial aneurysms. *Pediatr Neurosurg*, 1995, 22, 15-19.
10. Nazari, P., Kasliwal, M.K., Wewel, J.T., Dua, S.G., Chen, M.: Delayed intracerebral hemorrhage from a pseudoaneurysm following a depressed skull fracture. *Neurointervention*, 2016, 11, 42-45.
11. Miley, J.T., Gustavo, J.R., Qureshi, A.I.: Traumatic intracranial aneurysm formation following closed head injury. *Journal of Vascular and Interventional Neurology*, 2008, 3, 79-82.
12. Chambers, N., Hapson-Evans, D., et al: Traumatic aneurysm of the internal carotid artery in an infant: a surprise diagnosis. *Pediatric Anaesthesia*, 2002, 12, 356-361.
13. Rezai, A.R., Lee, M., et al: Traumatic posterior cerebral artery aneurysm secondary to intracranial nail: case report. *Surg Neurol*, 1994, 42, 312-315.
14. Arabi, B.: Management of traumatic aneurysms caused by high-velocity missile head wounds. *Neurosurg Clin N Am*, 1995, 6, 775-797.
15. Amirjamshidi, A., Rahmat, H., Abbassioun, K.: Traumatic aneurysms and arteriovenous fistulas of intracranial vessels associated with penetrating head injuries occurring during war: principles and pitfalls in diagnosis and management. A survey of 31 cases and review of the literature. *J Neurosurg*, 1996, 84, 769-780.
16. Bell, R.S., Vo, A.H., Roberts, R., Wanebo, J., Armouda, R.A.: Wartime traumatic aneurysms: acute presentation, diagnosis, and multimodal treatment of 64 craniocervical arterial injuries. *Neurosurgery*, 2010, 66, 66-79.

17. Parinson, D., West, M.: Traumatic intracranial aneurysms. *Journal of neurosurgery*, 1980, 52, 11-20.
18. Santos, G., Lima, T., Pereira, S., Machado, E.: Traumatic middle cerebral artery aneurysm secondary to a gunshot wound. *J Neuroimaging*, 2013, 23, 115-117.
19. Horiuchi, S., Nakagawa, F., Miyatake, M., Iwashita, T., Tanaka, Y., Hongo, K.: Traumatic middle cerebral artery aneurysm: case report and review of the literature. *Neurosurg Rev*, 2007, 30, 263-267.
20. de Divitis, O., et al: Surgical clipping of a dissecting aneu-

rysm of the precommunicating segment of the anterior cerebral artery: a case report and review of the literature. *Journal of medical case reports*, 2015, 9, 117.

Kontaktná adresa:

MUDr. Milan Liška, MPH,
Neurochirurgická klinika, Univerzitná nemocnica Bratislava,
Nemocnica akad. L. Déřera, Limbová 5, 83101 Bratislava,
email: md.milan.liska@gmail.com,
t.č.: +421 2 5954 2268, fax: +421 2 5954 3532