

LÉČEBNÁ EMBOLIZACE NÁDORŮ HLAVY: KOMPLIKACE A KONTRAVERZE

THERAPEUTIC EMBOLIZATION OF CRANIAL TUMOURS: COMPLICATIONS AND CONTROVERSIES

přehledový článek

Antonín Krajina¹
Jiří Náhlovský²
Miroslav Lojík¹
Svatopluk Řehák²

¹Radiologická klinika LF a FN,
Hradec Králové

²Neurochirurgická klinika LF a FN,
Hradec Králové

Přijato: 15. 7. 2007

Korespondenční adresa:

prof. MUDr. Antonín Krajina, CSc.
Radiologická klinika LF a FN
500 05 Hradec Králové
email: krajina@fnhk.cz

SOUHRN

Krajina A, Náhlovský J, Lojík M, Řehák S. Léčebná embolizace nádorů hlavy: komplikace a kontraverze

Článek shrnuje literární přehled o embolizační léčbě nádorů hlavy a krku pro klinickou praxi. Chirurgická léčba hypervaskularizovaných nádorů hlavy, krku a mozku může být během operace spojena s velkými krevními ztrátami. Předoperační embolizace vybraných hypervaskularizovaných nádorů je v literatuře uváděna jako metoda, která krevní ztráty během operace snižuje. Tato technika spočívá v superselektivní katetrizaci přírodních tepen a v infuzi embolizačních částic nebo tekutých embolizačních látek (akrylátové lepidlo nebo etanol) tak, aby bylo vyplněno řečiště nádoru ve snaze navodit devaskularizaci, eventuálně nekrózu nádoru. Předoperační emboloterapie u vaskularizovaných nádorů je rozšířenou metodou; je však kontraverzní s ohledem na možnost komplikací a celkový zisk pro úspěšnou léčbu.

Klíčová slova: embolizace, juvenilní angi-
ofibrom, meningeom, nádory hlavy a krku,
paragangliom.

SUMMARY

Krajina A, Náhlovský J, Lojík M, Řehák S. Therapeutic embolization of cranial tumours: complications and controversies

This is a review article on endovascular embolization of head, neck and brain tumors with the aim of helping the clinical management of these lesions. These hypervascular tumours can be associated with significant blood loss during surgery. Pre-operative embolization of these lesions has been proposed as a method of reducing the intra-operative blood loss. This technique involves the superselective catheterisation of the feeding arteries of the tumour bed, followed by infusion of embolic particles or liquid agents (acrylic glue or ethanol) to obliterate the tumour bed with the aim of inducing devascularization, and eventually necrosis. Pre-operative embolotherapy for vascular tumours is well-established method, although controversial in terms of its risk-benefit ratio.

Key words: embolization, juvenile angi-
ofibroma, meningioma, head and neck
tumors, paraganglioma.

ÚVOD

Článek si klade za cíl podat kritickou analýzu embolizace jako léčebné předoperační metody hypervaskularizovaných nádorů v oblasti lební báze, mozkových obalů a mozku. Chceme tak čtenáři zdůraznit kontraverze plynoucí z indikací a komplikací této metody a jejího skutečného zisku pro celkovou léčbu. Tento článek nezahrnuje použití lokální intraarteriální chemoterapie u mozkových nádorů.

PRINCIP, HISTORIE A HLAVNÍ INDIKACE

Metoda embolizace byla ve větší sérii nemocných použita u meningeomů již v 70. letech minulého století (1), kdy diagnostickým katétreem byly nasondovány hypertrofické větve zevní krkavice před plánovanou chirurgickou resekcí a endovaskulárně embolizovány. Metoda embolizace byla v tehdejší Československu popsána v jiných oblastech (2, 3). V 80. letech byla tato metoda zdokonalena použitím koaxiálně zaváděných mikrokateétrů a rozšířením sortimentu embolizačních látek, které se lišily trvalostí uzávěru a mírou ischemie dané hloubkou penetrace částic do intratumorózního tepenného řečiště (4).

Hlavní indikace pro embolizaci jsou vysoce vaskularizované nádory především na lební bázi (meningeomy, paragangliomy a juvenilní angiofibromy), kdy významné snížení vaskularizace před jejich resekcí snižuje délku chirurgického výkonu a krevní ztráty. Další indikací je uzávěr těžko chirurgicky dostupného arteriálního zásobení těchto tumorů (5). Další předoperační indikací je neurologicky kontrolovaný trvalý uzávěr vnitřní krkavice, kterou nádor obrůstá (6). Důležitou indikací je také nekontrolovatelná epistaxe z juvenilního angiofibromu v paranazálních sinusech, ev. v nosohltanu. Paliativní embolizace (tj. bez následné chirurgické léčby) je prováděna jen ve vybraných případech a může vést dočasně ke zmenšení klinických příznaků daných nejčastěji tlakem tumoru na okolní struktury (7).

METODIKA

Metodika katetrizace v karotickém a vertebrálním řečišti je všeobecně známa; proto uvedeme jen praktické rady a výhody některých postupů, které vedou ke zvýšení účinnosti (stupně a trvanlivosti) embolizace nádorů a zdůrazníme zásady prevence komplikací.

Volba anestezie (celková, místní, analgosedace) má zásadní vliv na výsledek intervence. Možnost komunikace s nemocným má význam tam, kde se obáváme poškození hlavových nervů (jejich přírodní tepny bývají do 150 μ m a jejich přítomnost lze otestovat vstříkem lokálního anestetika) (8), nebo kde je nutné otestovat toleranci uzávěru vnitřní krkavice, či provést její pouze dočasný uzávěr. Spolupráce nemocného je důležitou podmínkou dobrého zobrazení vaskulárního řečiště na digitální subtrakční angiografii (DSA) bez pohybových artefaktů a je nutná pro zobrazení případného refluxu embolizačního činidla na konci embolizace dané tepny a také k zobrazení kolaterál (např. do a.ophthalmica či basilaris) (4, 8, 9). Tyto kolaterály se mohou zobrazit a začít být funkční až během embolizace. Pokud je zobrazíme,

bývá dost často již pozdě a k nějakému úniku mikročástic do mozkového řečiště dojít může (9). V těchto případech je pak výhodné použít celkovou anestezii, která v kombinaci s apnoickými pauzami při angiografických nástricích vede k optimálnímu zobrazení možných kolaterál na DSA. I tak operátor vždy musí předvídat existenci těchto kolaterál.

Vznik vazospazmů při katetrizaci může znemožnit provedení embolizace v daném řečišti, zvláště v povodí zevní krkavice. Proto pracovní katétr je ponechán při ústí této tepny a selektivní katetrizace je prováděna mikrokateérem. Na vznik vazospazmu má vliv i tuhost mikrokateétru. Proto doporučujeme používat velmi měkkých hydrofilních mikrokateétrů (průměr 1,5–1,8 F) v kombinaci s mikrovodiči 0,007–0,01 palce. Selektivní katetrizace může být obtížná, a přestože se jedná o „nerizikové“ zevní karotické řečiště, rozhodně tento výkon nemá být svěřován začátečníkům. Prevenci vazospazmů lze provádět farmakologicky (10).

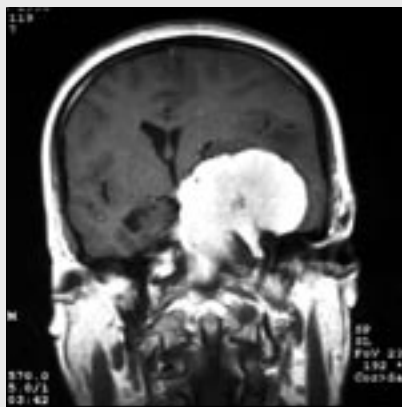
Pokud se na zásobení nádoru podílí více přítoků, začíná se tím nejbezpečnějším.

K embolizaci obtížně endovaskulárně přístupných tepen (např. po jejich podvazu) lze použít i přímého nápichu jehlou (v kombinaci s trepanací) (11, 12). Tento postup byl použit i peroperačně (13). Za kontroly skioskopie je tenkou jehlou vstřikován velmi ředěný n-butyl-2-kyanoakrylát s olejovou kontrastní látkou. V případě plnění nebezpečných kolaterál směřujících do tepen mozku, je možné tyto kolaterály uzavřít dočasně zavedeným balónkovým katétreem do vnitřní krkavice či vertebrální tepny. Takový výkon se provádí v intubační anestezii se splněním všech podmínek pro optimální zobrazení. Komplikace tohoto přístupu jsou však zhruba stejné jako u endovaskulárního přístupu katétreem (9).

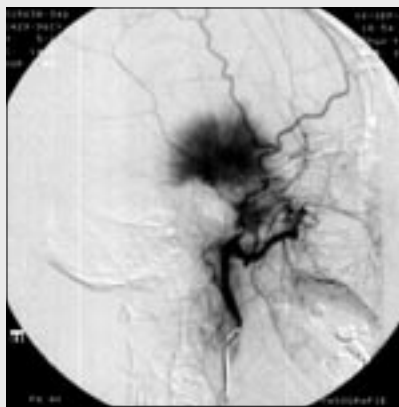
Při dominantním zásobení tumorů větví a. carotis interna odstupujících z kavernózního úseku je možné nejprve balónkovým katétreem uzavřít a. carotis interna pod odstupem a. ophthalmica a potom paralelně zavedeným mikrokateétreem embolizovat, neselektivně mikročásticemi vstřikovanými do prostoru pod okluzivním balónkem (obr. 1). Neselektivní embolizaci je nutné ukončit, ještě pokud je přítomen tok v embolizovaných tepnách a před desuflací balónku: Prostor pod ním je nutné několikrát naplnit fyziologickým roztokem či kontrastní látkou a odsát mikrokateétreem. Tím je sníženo riziko úniku mikroembolů do a. ophthalmica a intrakraniálně (14, 15).

Použitá embolizační látka má vliv na rozsah ischemie jak co do intenzity, tak i do trvalosti uzávěru. Při výběru embolizační látky zde platí několik pravidel. Pokud lze, vždy uzavíráme vnitronádorové tepny. To je umožněno tím, že dnes používané mikrokateétrů lze zavést velmi selektivně.

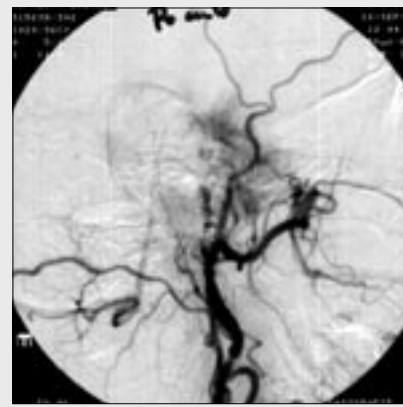
Proximální uzávěr tepen zásobujících tumor nemá žádný význam snad s výjimkou, pokud bychom chtěli ochránit některé rizikové anastomózy a měli přitom možnost naprostou většinu tumoru embolizovat z jiného přítoku (4, 5). Z toho také vyplývá volba embolizační látky. K efektní embolizaci tumoru je nutný uzávěr na prekapilární úrovni mikročásticemi (40–150 μ m) nebo tekutou obliterační látkou (n-butyl-2-kyanoakrylát s olejovou kontrastní látkou v objemovém ředění 1:10–20, nebo etanol 96 %). Takováto embolizace je maximálně účinná, a lze ji použít, jen pokud jsme přísně selektivně a bez rizika úniku embolizační látky do normálního řečiště. Pokud použijeme mikročástice větší (nad 150 μ m), ve většině případů uzavřeme pouze přítokovou arterii a roz-



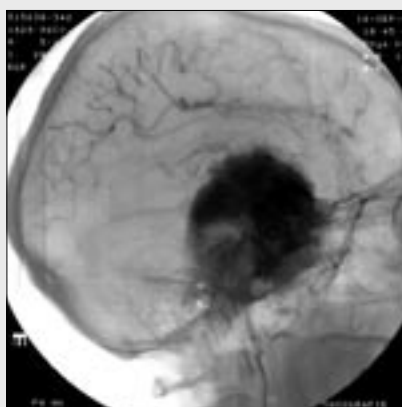
▲ Obr. 1A



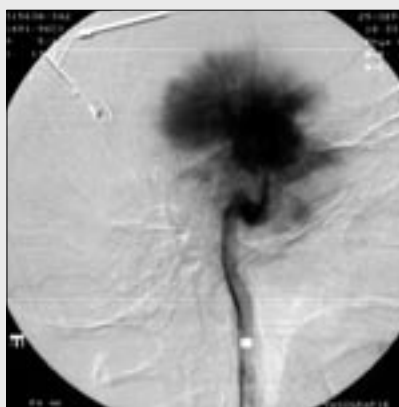
▲ Obr. 1B



▲ Obr. 1C



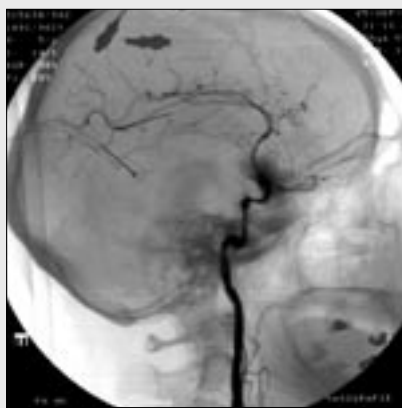
▲ Obr. 1D



▲ Obr. 1E



▲ Obr. 1F



▲ Obr. 1G

Obr. 1A. **Pětačtyřicetiletá žena s rozsáhlým meningeomem křídla kosti klínové.** B – zevní krkavice se podílí na zásobení menší části nádoru; C – stav po devaskularizaci středních meningeálních přítoků; D – pozdní fáze nástřiku vnitřní krkavice zobrazuje většinu nádoru z tohoto povodí; E – angiografie provedena při dočasném uzavření vnitřní krkavice balónkovým katétre pod odstup a. ophthalmica (balónek není patrný v důsledku subtrakce obrazu). Paralelně stejným pracovním katétre zaveden mikrokátér pro embolizaci mikročasticemi; F – embolizace byla přerušena ještě za částečného plnění tepen zásobujících tumor; G – po desufflaci balónku kontrolní angiografie prokazuje embolizaci většiny tumoru. Nemocná byla operována s částečnou resekci laterální části tumoru.

Fig. 1A. **A 45-year-old woman with a large meningioma of the sphenoid bone.** B – the external carotid branches supplying the minor part of the tumour; C – angiogram after embolization of the middle meningeal branches; D – the late phase of the internal carotid angiogram shows the major part of the tumorous mass; E – the angiogram was performed while the internal carotid artery was temporarily closed with a balloon catheter placed below the origin of the ophthalmic artery (the balloon has been subtracted and can therefore not be seen). A parallel microcatheter was introduced through the same guiding catheter to inject the microparticles; F – embolization was halted while a very slow flow was observed within the arteries supplying the tumour; G – a follow-up angiogram after balloon desufflation proves embolization of the major part of the tumour. The patient was operated on and the lateral mass of the tumour was resected.

sah ischemie nádoru bude menší, nicméně i riziko ischemických komplikací (ischemie hlavových nervů, mozkový infarkt, jednostranná slepota z ischemie a. centralis retinae) bude sníženo. Volba velikosti mikročastic nebo volba mezi částicemi a tekutými obliteračními činidly vždy závisí na jistotě operátora předejít refluxu do tepen zásobujících zdravou okolní tkáň (16, 17). Agresivněji můžeme postupovat, pokud se jedná o embolizaci recidivy tumoru anebo pokud nemocný má již trvalý neurologický deficit, např. parézu hlavových nervů (18).

Další zásadou je ponechat hlavní přívodné tepny průchodné, protože jsou snadnou cestou pro opakování embolizace v případě recidivy. Embolizace přívodných tepen spirálkami stejně tak jako chirurgický podvaz další léčbu ztěžují.

Opětný růst nádoru je nejspíše způsoben krevním zásobením kolaterálním řečištěm a případně rekanalizací embolizovaných tepen. Polyvinylalkoholové (PVA) částice jsou dnes pokládány za dočasné embolizační činidlo. Jsou biologicky inertní a nevstřebatelné, nicméně jejich distribuce v průběhu uzavřené tepny je nehomogenní a dokonce ani

nevyplňují celý příčný průsvit tepny. Při uzavěru tepny PVA částicemi se uplatňuje i trombóza, což později vede k rekanalizaci tepny. Lepšího efektu lze dosáhnout použitím menších částic (s výše uvedenými riziky) (17).

Mikročástice je vhodné příslušně naředit v kontrastní látce, tím se také snižuje jejich tendence se shlukovat. Dále je třeba částice neustále míchat při aspiraci do 1 ml injekční stříkačky, protože spontánně sedimentují a při embolizaci držet stříkačku vertikálně, směrem dolů. Při použití vyšší koncentrace částic může dojít k ucpání mikrokatétru a pokus o jeho následný proplach 1 ml injekční stříkačkou může vést k ruptuře v průběhu mikrokatétru, a tak k nekontrolovatelnému úniku mikročastic.

Daleko lepší vlastnosti mají trisakrylátové mikročástice, které nesedimentují a neshlukují se a lépe penetrují do mikrovaskularizace nádoru. Tepnu vyplňují rovnoměrně, a to podélně i celý příčný průsvit (19).

MENINGEOMY

Patří mezi nejčastěji chirurgicky léčené intrakraniální nádory. Mortalita chirurgického výkonu dosahovala až 14,3 % a desetileté přežívání po chirurgické léčbě bylo udáváno mezi 43–77 % (20). Meningeomy uložené na konvexitě, podél falx cerebri, v oblasti velkého křídla klínové kosti a v přední mozkové jámě jsou resekovány s minimální perioperační morbiditou a mortalitou. Meningeomy supraselární, vnitřní varianta meningeomu malého křídla kosti klínové, kavernózního sinu, klivu, tentoria a zadní jámy jsou podstatně obtížněji resekovatelné. Stupeň resekce a histopatologické vlastnosti tumoru jsou nejvýznamnějšími faktory rekurence. Při totální resekci je návratnost 9–20 % v 10 letech, při subtotalní resekci (při invazi tumoru do sinu, u mediální varianty malého křídla kosti klínové) je návratnost meningeomu od 18,4 do 50 % (20).

Hypervaskularizace tumoru není podmíněna jedním faktorem, ale je výsledkem komplexního sledu interakcí mezi nádorem a hostitelem (21). Meningeomy mohou mít různý stupeň vaskularizace (dokonce mohou být přítomny i arteriovenózní zkraty) a jejich krevní zásobení může být zcela či převážně, ale i minimálně z meningeálních tepen. Při dominanci piálního zásobení je embolizace meningeomu indikována jen pokud durální přítok je chirurgicky nepřístupný (u meningeomů lební báze a v zadní jámě) (5).

Riziko komplikací při embolizaci meningeomů závisí od jejich velikosti a uložení. Riziko permanentního neurologického deficitu u meningeomu lební báze se pohybuje okolo 9 % (22), u neselektovaných meningeomů pak může být permanentní deficit 2,2 % (23). Rizikovější je použití mikročastic 45–150 μ m a použití tekutých obliteračních činidel.

Ojediněle je popisována akutní hemoragie po embolizaci meningeomů (24) (v literatuře je popsáno okolo 9 případů). Všechny tyto meningeomy byly větší jak 6 cm a vysoce vaskularizované. Dalším rizikovým faktorem může být přítomnost cysty a použití malých embolizačních částic 45–150 μ m (5, 28).

Zde je nutné zmínit i další komplikaci, a tou je edém ischemické nádorové tkáně s projevy narůstající intrakraniální expanze. Riziko je zvláště u velkých meningeomů. Lze jemu předejít kortikoterapií (5) anebo časnou operací.

Efektivitu embolizace, co do rozsahu, nelze spolehlivě hodnotit vymizením hypervaskularizace na angiografii. Rozsah nekrózy (devaskularizace) lze dobře určit na CT, kde jsou znázorněny výpadky opacifikace tumorózní tkáně po podání kontrastní látky. Stejně tak i na MR, kde bylo prokázáno, že použití menších částic (45–150 μ m) působí významnější ischemie než použití částic větších (150–300 μ m). Pomocí MR spektroskopie byl stanoven rozsah maximální nekrózy po 4 dnech po embolizaci (25). Všeobecně se tak doporučuje provedení chirurgické resekce 7.–9. den po embolizaci. Některá pracoviště však upřednostňují provedení operace 2. a 3. den po embolizaci.

Srovnávací studie s cílem objektivizovat dopad embolizace na léčbu byly provedeny již v roce 1994 (26), kdy byly analyzovány dvě srovnatelné skupiny 18 nemocných. Ve skupině embolizované byla zjištěna nižší krevní ztráta při operaci (535 ml oproti 836 ml), nižší počet krevních transfuzí (tj. 0,39 oproti 1,56), kratší čas operace (305 min oproti 337 min) a kratší délka hospitalizace (10,6 dne oproti 15 dnům). Statisticky významný rozdíl však byl pouze v krevních ztrátách a množství jednotek nahrazené krve. V neembolizované skupině byly 3 velké komplikace a 9 malých, v embolizované skupině žádná velká a 6 malých komplikací.

V roce 1998 bylo srovnáno celkem 20 pacientů s meningeomem báze lební (28). Pokud meningeom byl menší než 6 cm a nebyl embolizován, při operaci vyžadoval v průměru 12,8 jednotek krve a ty co byly embolizovány pak pouze 1,1 jednotek. Pokud však meningeom byl větší než 6 cm, nebyl rozdíl nutných krevních převodů statisticky významný. Tento paradox byl vysvětlen množstvím drobných přítoků, které velký meningeom přibírá z okolí. V embolizované skupině byla tendence k lepšímu neurologickému výsledku.

V roce 2000 byla provedena další srovnávací studie dvou skupin nemocných s neselektovanými meningeomy. V každé skupině bylo 30 nemocných a sledování bylo provedeno ve dvou nemocnicích (23). V jedné skupině pacienti před operací embolizovali a ve druhé skupině operace byla provedena bez embolizace. V obou centrech byly tyto postupy uplatňovány již dlouhodobě. Rozdíl krevních ztrát ve studii však nebyl významný (640 ml oproti 636 ml krve). Pokud však embolizace byla důkladná (více jak 90 %, hodnoceno dle MR), krevní ztráty byly signifikantně nižší. Mortalita v obou skupinách byla nulová, permanentní neurologický deficit při resekci 20 % v neembolizované skupině a 16 % ve skupině embolizované (nutno však přičíst další 3 % permanentního neurologického deficitu vzniklého po embolizaci) (28).

Při stanovení biologické aktivity resekovaného meningeomu z histologického preparátu je nutné patologovi uvést, že meningeom byl embolizován, aby nebyl mylně považován za nádor o vyšší biologické aktivitě (5).

HEMANGIOPERICYTOM

Tento vysoce vaskularizovaný nádor pochází z pericytů v okolí kapilár. Může být v bázi lební, ale i ve splachnokraniu. Hemangiopericytomy rostou rychleji než meningeomy, invadují kost bez hyperostózy. Častěji než meningeomy přibírají arteriální zásobení z piálního řečiště (formou arteriálních přítoků tvaru vývrtek) (5). Jinak léčebný postup je podobný jako u meningeomu a embolizace byla shledána jako vysoce užitečná (29).

PARAGANGLIOMY

Jedná se o neuroendokrinní nádory z mimonadledvinkového neuroendokrinního systému lokalizovaného v blízkosti nervů a cév s chemorecepční funkcí mezi lební bází a pánevním dnem. Paragangliomy jsou pomalu rostoucí, lokálně agresivní nádory s nízkým sklonem k metastázám. V 50 % se nacházejí v kosti skalní, další nejčastější lokalizací je (podél krčních mozkových nervů – IX., X.) a v bifurkaci společné krkavice. V 10 % mohou být vícečetné. Pokud nejsou léčeny, je desetileté přežívání 29 % (4, 5). Paragangliomy jsou nejčastěji zásobovány větvemi zevní krkavice (a. pharyngea ascendens), při intrakraniální invazi vnitřní krkavice, v zadní jámě větvemi a. vertebralis.

Velikost přívodných arterií je okolo 90 µm, intratumorózní tepny mohou mít 300–600 µm, často s přítomnými arteriovenózními zkraty. Paragangliomy mají specifické arteriální zásobení. Nádor se může skládat z více kompartmentů, které spolu nemusí komunikovat a mají i svoji žilní drenáž. To znamená, že je možné jednotlivé kompartmenty embolizovat postupně. Pokud takové uspořádání není, je pak možné z jednoho přítoku uzavřít celé řečiště nádoru (4, 5).

Průchodnost v. jugularis interna u paragangliomu kosti skalní je vhodné posoudit až po embolizaci. Směr toku krve v sinus transversus může být obrácený v důsledku mohutného přítoku krve z tumoru. Invaze do canalis caroticus a skalní kosti se nejlépe odhaduje dle přítomnosti tumorózní masy na kontrastním CT v kostním okně. Před operací zvažujeme možnost uzavěru vnitřní krkavice při prorůstání tumoru směrem do horizontálního úseku canalis caroticus (stupeň C3 dle Fische), foramen lacerum (stupeň C4) a do sinus cavernosus (5, 30).

Specifickou komplikací je náhlá hypertenzní reakce, která může vzniknout již při selektivní angiografii nebo i po embolizaci. Je způsobena uvolněním katecholaminů. Je známo, že 1 % paragangliomu je endokrinně aktivních. Tuto reakci v závažné formě jsme pozorovali jedenkrát a může být obtížné ji odlišit od reakce na jódovou kontrastní látku.

JUVENILNÍ ANGIOFIBROM NOSOHLTANU

Tento benigní fibrovaskulární nádor je typicky uložen v oblasti nasopharyngu a zadní části nosní dutiny. V naprosté většině se vyskytuje u chlapců okolo puberty. Počátek tumoru bývá v oblasti foramen sphenopalatinum odkud se šíří do nosní dutiny, přes střední čáru, do sinus sphenoidalis, maxilárních sinusů, fossa infratemporalis, oční a parafaryngeálních prostorů. Tumor bývá komplikován sinusitidami a značnou epistaxí. Jak se tumor rozrůstá, přibírá arteriální

zásobení z okolí (vedle větví zevní krkavice i přítoky z vnitřní krkavice) (4, 5).

Základem léčby je embolizace mikročásticemi a následná operace. Předoperační embolizace významně snižuje krevní ztráty (31, 32). V literatuře je zmíněn názor, že embolizace může vést k vyššímu riziku rekurence nádoru (33). Tyto nádory po pubertě involují.

HEMANGIOBLASTOM

Hemangioblastom je benigní tumor cévního původu. Je hypervaskularizován. Vyskytuje se sporadicky (často v dospělosti infratentoriálně), nebo spojen s nemocí von Hippel–Lindau, kdy může být vícečetný. Vedle operabilních lokalizací (mozečková hemisféra v blízkosti vermis až v 85 %, v míše, v mozečkové hemisféře) jsou jeho závažné lokalizace v mozkovém kmeni. V závislosti na velikosti a uložení je doporučeno zvážit možnost předoperační embolizace (34). Hemangioblastomy se tak řadí mezi vzácné indikace předoperační embolizace vedle dalších hypervaskularizovaných nádorů, jako jsou některé metastázy, některé primární kostní nádory, schwannomy, hemangiomy a neuroblastomy (esthesioneuroblastom) a papilom chorioidálního plexu zmiňované v literatuře (4, 5, 35).

ZÁVĚR

Angiografie pro hypervaskularizované nádory hlavy je dnes indikována, pokud chirurg chce znát charakter jejich krevního zásobení, a nebo pokud je vysoká pravděpodobnost provedení předoperační devaskularizace nádoru (36, 37). Embolizace musí být provedena co nejselektivněji s ohledem na možné ischemické komplikace mající vliv například na hojení pooperační rány v oblasti skalpu či obličeje. Embolizace v povodí zevní krkavice je náročný výkon, a pokud má být ischemie efektivní musí být devaskularizace více jak 90 % nádorové tkáně (ověřeno pomocí kontrastního vyšetření na CT či MR, nikoliv angiografií na konci výkonu). Pokud tato podmínka není splněna, je efekt na další léčbu pochybný (průběh operace, peroperační komplikace, neurologický deficit). Takováto embolizace nese rizika a operátor musí mít dobrou znalost možných anatomických variant a nebezpečných anastomóz. Indikace jsou tedy velmi selektivní. V České republice dle registru Pracovní skupiny pro intervenční radiologii (PSINR, www.intervencnineuroradiologie.cz) bylo v roce 2005 provedeno 40–50 embolizací pro nádory hlavy a krku, což odpovídá zhruba v průměru 4 výkony na jedno pracoviště a rok.

LITERATURA

1. **Manelfe C, Gairand B, David J, et al.** Embolisation par catheterisme des menigiomes intracranienes. *Rev Neurol* 1973; 128: 339–351.
2. **Kunc Z, Bret J.** Diagnosis and treatment of vascular malformations of the spinal cord. *J Neurosurg* 1969; 4: 436–445.
3. **Hlava A, Steinhart L, Navratil P.** Intracranial obliteration of renal arteries in kidney tumors. *Radiology* 1976; 121: 323–329.
4. **Berenstein A, Lasjaunias P, TerBrugge KG.** Dural and bony tumors, nasopharyngeal tumors, paragangliomas. In Berenstein A, Lasjaunias P, TerBrugge KG. *Surgical Neuroangiography 2.1*, Second edition, Springer: Berlin 2004; 154–276.
5. **Valavanis A, Christoforidis G.** Tumours of the head and neck. In J Byrne *Interventional neuroradiology. Theory and practice*. Oxford University Press 2002; 213–238.
6. **Gonzales CF, Moret J.** Balloon occlusion of the carotid artery prior to surgery for neck tumors. *Am J Neuroradiol* 1990; 11: 649–652.
7. **Krajina A, Náhlovský J, Růžicka J, et al.** Předoperační a paliativní embolizace hypervaskulárních tumorů hlavy, krku a páteře pomocí mikročastic. *Čes a Slov Neurol Neurochir* 1998; 61/94(1): 37–42.
8. **Russell EJ.** Functional angiography of the head and neck. *Am J Neuroradiol* 1986; 7: 927–936.
9. **Cacasco A.** Major complications of percutaneous embolization of skull base tumors. *Am J Neuroradiol* 1999; 20: 179–181.
10. **Kurata A, Miyasaka Y, Tanaka C, Tokiwa K, Saegusa H, Fujii K, Kan S.** Prevention of complications during endovascular surgery on the external carotid arteries, with special reference to use of nitropaste and the Lidocaine test. *Intervent Neuroradiol* 1996; 2: 193–200.
11. **Casasco A, Herbreteau D, Houdart E, et al.** Devascularization of craniofacial tumour by percutaneous tumour puncture. *Am J Neuroradiol* 1994; 15: 1233–1239.
12. **Charvát F, Kozler P, Kramář F, Beneš V.** Embolizace nitrolebních meningiomů bez následné operace; vlastní zkušenosti s prvními 12 nemocnými. *Čes Radiol* 2006; 60(3): 157–163.
13. **Lonser RR, Heiss JD, Oldfield EH.** Tumour devascularization by intratumoral ethanol injection during surgery. *J Neurosurg* 1998; 88: 923–924.
14. **Théron J, Cosgrove R, Melanson D, Ethier R.** Embolization with temporary balloon occlusion of the internal carotid or vertebral arteries. *Neuroradiology* 1986; 28: 246–253.
15. **Steno J, Bizik I, Krajina A, Matejcik V, Surkala J, Profant M, Krist J.** Meningeómy klivu. *Bratisl lek Listy* 2000; 101(4): 200–205.
16. **Wakhloo Ak, Juengling FD, Van Velthoven V, et al.** Extended preoperative polyvinylalcohol microembolization of intracranial meningiomas: assessment of two embolization techniques. *Am J Neuroradiol* 1993; 14: 571–582.
17. **Latchaw RE.** Preoperative intracranial meningioma embolisation: technical consideration affecting the risk-to-benefit ratio. *Am J Neuroradiol* 1993; 14: 583–586.
18. **Jungreis CHA.** Skull-base tumors: ethanol embolization of the cavernous carotid artery. *Radiology* 1991; 181: 741–743.
19. **Bendszus M, Klein R, Burger R, Warmoth-Metz M, Hofmann E, Solymosi L.** Efficacy of trisacryl gelatin microspheres versus polyvinyl alcohol particles in the preoperative embolization of meningiomas. *Am J Neuroradiol* 2000; 21: 255–261.
20. **Black PM.** Meningiomas. *Neurosurgery* 1993; 32: 643–657.
21. **Folkman J.** Tumor angiogenesis: therapeutic implications. *N Engl J Med* 1971; 285: 1182–1186.
22. **Rosen CL, Ammerman JM, Sekhar LN, Bank WO.** Outcome analysis of preoperative embolization in cranial base surgery. *Acta Neurochir* 2002; 144: 1157–1164.
23. **Bendszus M, Rao G, Burger R, et al.** Is there a benefit of preoperative meningioma embolization? *Neurosurgery* 2000; 47 (6): 1306–1312.
24. **Yu SCH, Boet R, Wong GKC, Lam WWM, Poon WS.** Postembolization hemorrhage of a large and necrotic meningioma. *Am J Neuroradiol* 2004; 25: 506–508.
25. **Bendszus M, Martin-Schrader I, Warmuth-Metz M, Hofmann E, Solymosi L.** MR paging- and MR spectroscopy-revealed changes in meningiomas for which embolization was performed without subsequent surgery. *Am J Neuroradiol* 2000; 21: 666–669.
26. **Dean BL, Flom RA, Wallace RC, et al.** Efficacy of endovascular treatment of meningiomas: evaluation with matched samples. *Am J Neuroradiol* 1994; 15: 1675–1680.
27. **Oka H.** Preoperative superselective embolization of skull base meningiomas: indications and limitations. *J Neuro-oncology* 1998; 40: 67–71.
28. **Bendszus M, Monoranu CM, Schütz A, Nölte I, Vince GH, Solymosi L.** Neurologic complications after particle embolization of intracranial meningiomas. *Am J Neuroradiol* 2005; 26: 1413–1419.
29. **Craven JP, Quigley TM, Bolen JW, Raker EJ.** Current management of clinical outcome of hemangiopericytomas. *Amer J Surg* 1992; 163: 490–493.
30. **Liščák R, Vladyka V, Wowra B, et al.** Gamma knife radiosurgery of the glomus jugulare tumour – early multicentre experience. *Acta Neurochir* 1999; 141: 1141–1146.
31. **Garcia-Cervigon E, Bien S, Rüfenacht D, Thurel C, Reizine D, Huy PTB, Merland JJ.** Pre-operative embolization of nasopharyngeal angiofibromas. *Neuroradiology* 1988; 30: 556–560.
32. **Moulin G, Chagnaud Ch, Gras R, et al.** Juvenile angiofibroma: comparison of blood loss during removal in embolized group versus nonembolized group. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1995; 18: 158–161.
33. **McCombe A, Lund VJ, Howard DJ.** Recurrence in juvenile angiofibroma. *Rhinology* 1990; 28: 97–102.
34. **Tampieri D, Leblanc R, TerBrugge K.** Preoperative embolization of brain and spinal hemangioblastomas. *Neurosurgery* 1993; 33(3): 502–505.
35. **Oten ML, Riina HA, Gobin YP, Souweidane MM.** Preoperative embolization in the treatment of chorioid plexus papilloma in an infant. *J Neurosurg* (6 Suppl Pediatrics) 2006; 104: 419–421.
36. **Gupta R, Thomas AJ, Horowitz M.** Intracranial head and neck tumors: endovascular considerations, present and future. *Neurosurgery* 2006; 59(5): S251–S260.
37. **Smith TP.** Embolization in the external carotid artery. *J Vasc Interv Radiol* 2006; 17: 1897–1913.