

Přínos stereotaktické biopsie pro diagnostiku expanzí zadní jámy lební

Jan Chrastina^{1,5}, Zdeněk Novák^{1,5}, Pavel Cejpek¹, Věra Feitová², Markéta Hermanová³, Michal Reif⁴, Ivo Říha^{1,5}, Jiří Vaníček^{2,6}

¹Neurochirurgická klinika LF MU a FN u sv. Anny v Brně

²Klinika zobrazovacích metod LF MU a FN u sv. Anny v Brně

³I. patologickoanatomický ústav LF MU a FN u sv. Anny v Brně

⁴I. neurologická klinika LF MU a FN u sv. Anny v Brně

⁵CEITEC – Středoevropský technologický institut, Masarykova univerzita, Brno

⁶Mezinárodní centrum klinického výzkumu – ICRC, Brno

Histologická verifikace CT nebo MRI suspektního tumoru mozku je v současnosti nutnou podmínkou pro indikaci komplexní onkologické terapie. Strukturální patologie postihující zadní jámu lební jsou méně častým cílem stereotaktické biopsie pro koncentraci vitálních struktur v omezeném prostoru a komplikovanější přístup. Volba přístupu je dána především lokalizací léze ve vztahu k jednotlivým strukturám mozkového kmene. Je možné využít přístup transfrontální v dlouhé ose mozkového kmene (léze postihující mezencefalón, horní pons), transtentoriální přístup (léze mozečkové hemisféry a vermis mozečku) a přímý transcerebellární přístup (léze hemisféry mozečku a pontu, zvláště laterálního). Cílem sdělení je prezentace kazuistik 2 nemocných s diagnosticky nejasnými patologickými procesy postihujícími struktury zadní jámy lební, u kterých výsledek stereotaktické biopsie vedl k stanovení diagnózy, která zásadním způsobem ovlivnila další léčebný postup ve smyslu indikace komplexní onkologické terapie.

Klíčová slova: rámová stereotaxe, biopsie tumoru mozku, astrocytom mozečku, meduloblastom.

The benefits of stereotactic biopsy for the diagnostic workup in posterior fossa lesions

Histological verification of CT or MRI suspected brain tumor is at present time necessary requirement for the indication of complex oncological treatment. Lesions affecting posterior fossa structures are less frequent target for stereotactic biopsy because of the concentration of vital structures in the limited space and more demanding approach. The choice of the approach is determined mainly by the lesion relationship to brainstem components. It is possible to use transfrontal approach along the long axis of the brainstem (lesions affecting mesencephalic and upper pontine region), transtentorial (lesions affecting cerebellar hemisphere and vermis) and direct transcerebellar (lesions of cerebellar hemisphere and pons, especially lateral). The paper analyses the use of the modified transcerebellar approach in 2 patients with lesions of unclear etiology affecting posterior fossa structures. In both patients transcerebellar stereotactic biopsy lead to diagnosis with decisive impact on further treatment strategy – indication of complex oncological treatment.

Key words: frame based stereotaxy, brain tumor biopsy, cerebellar astrocytoma, medulloblastoma.

Onkologie 2012; 6(4): 223–226

Úvod

Stereotaktická biopsie je indikována u nemocných s lézemi postihujícími hluboké struktury mozku, vícečetnými a difúzními patologickými procesy a u pacientů s resekovatelnými nádory, u nichž celkový stav resekční výkon kontraindikuje. Publikované výsledky prokazují bezpečnost a vysokou diagnostickou výtěžnost stereotaktických biopsií (1, 2). Stereotaktická biopsie lézí v zadní jámě lební je obtížnější pro koncentraci vitálních struktur v omezeném prostoru a obtížnější přístup, daný technickými aspekty stereotaxe, jako je standardně používaná poloha základního stereotaktického kruhu nad okcipitální krajinou a objem vlastního operačního systému. I přes tyto negativní faktory existují data, potvrzující vysokou výtěžnost stereotaktických biopsií lézí v zadní jámě lební. Například Sanai,

et al. dosáhli 92 % diagnostických vzorků u lézí postihujících mozkový kmen a mozečkové pedunkuly. Význam výsledku stereotaktické biopsie pro další léčebný postup potvrzuje i skutečnost, že výsledek biopsie odpovídal předoperačnímu předpokladu jen u 42,5 % nemocných (3).

Cílem sdělení je prezentace rozhodující úlohy stereotaktické biopsie pro určení diagnózy se zásadním dopadem na léčebný postup u dvou nemocných s patologickými procesy zadní jámy lební, u nichž ani detailní neinvazivní došetření nevedlo k určení správné diagnózy.

Kazuistika I

Nemocný (muž, 40 let) poprvé vyhledal lékaře v prosinci r. 2009 pro postupné zhoršení přesnosti pohybů a obratnosti levé ruky. V polovině r. 2010 došlo ke skokovému zhorše-

ní obratnosti levé dolní končetiny, projevující se vážnoucí koordinací pohybů se zakopáváním. Ve stejnou dobu se objevila diplopie při pohledu doleva. Neurologické vyšetření prokázalo levostrannou neocerebellární a zánikovou pyramidovou symptomatologii postihující levostranné končetiny. V průběhu 12 měsíců bylo mimo pracoviště autorů třikrát provedeno MRI, které prokázalo postižení mozkového kmene (pedunklu a pontu) vpravo a mozečkové hemisféry vlevo, hodnocené jako postischemické. Detailní hematologické vyšetření ovšem vyloučilo hyperkoagulační stav nebo vaskulitidu. Podobně neurosonologické vyšetření extra – a intrakraniálních cév neprokázalo patologický nále. Pro průkaz foramen ovale patens pomocí jícnového echokardiografického vyšetření byl u nemocného na kardiologické klinice Fakultní

nemocnice Brno proveden v únoru 2011 uzávěr foramen ovale patens Amplatzerovým okludérem s následnou antiagregační terapií (Trombex 75 mg denně). Po výkonu byl stav nemocného stabilizovaný (doba sledování 6 měsíců). Ovšem při konzultaci MRI scanů v rámci neuroradiologické vizity I. neurologické kliniky byla vyslovena pochybnost o ischemické etiologii především léze v hemisféře mozečku vlevo a nemocný byl odeslán k neurochirurgické konzultaci.

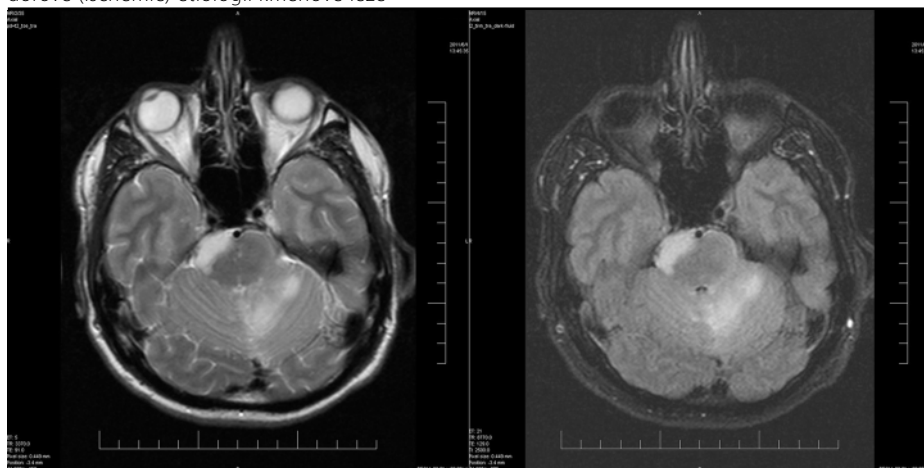
Při klinickém vyšetření byla zjištěna neocerebellární symptomatologie, lehká levostranná hemiparéza s akcentací na dolní končetinu a diplopie v krajní poloze při pohledu doleva.

Před rozhodnutím o dalším postupu bylo provedeno nové detailní vyšetření MRI (Proton Denzity a T2-WI axiálně, T1W sagitálně a axiálně, FLAIR axiálně, Diffusion Weighted Imaging, MRAG arteriální a venózní, postkontrastní T1WI ve 3 rovinách), které prokázalo T2 WI hypersignální změny rozsahu 13 × 25 × 13 mm, postihující část pravé strany pontu a rostrálního kmene, charakteru postischemického ložiska. Další T2WI hyperintenzní změny vycházely z levé mozečkové hemisféry a pedunklu mozečku, ale zasahovaly až k vermis a postihovaly i část pontu a pravé hemisféry mozečku (obrázek 1). Po podání kontrastu docházelo k nevýraznému syčení uvnitř ložiska asi 2 mm od IV. komory. Vyšetření DWI (hodnocené pomocí techniky ADC) prokázalo identicky zvýšený signál obou lézí.

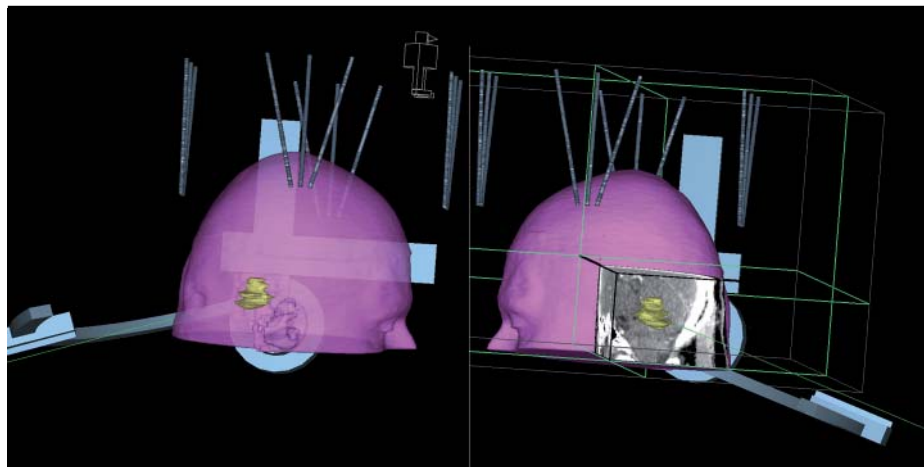
V diagnostické rozvaze před stereotaktickou biopsií byl mimo vícečetných ischemických ložisek a infiltrativně rostoucího gliálního tumoru zvažován také mozkový lymfom. Proti možnosti maligního gliomu nebo metastatického postižení svědčil mimo klinického průběhu stacionární MRI obraz a pouze sporná postkontrastní opacifikace. Ischemický původ lézí podporoval nálezy foramen ovale patens a stabilní stav nemocného po jeho endovaskulárním uzávěru. Stacionární MRI obraz a normální hodnoty zánětlivých markerů svědčily proti zánětlivé etiologii. Skokové zhoršení klinické symptomatologie podporuje úvahu o embolizační etiologii a pomalý rozvoj neocerebellární symptomatologie v úvodu onemocnění svědčí pro možnost pomalu rostoucího infiltrativního nádoru. Po zhodnocení dostupných výsledků bylo rozhodnuto o provedení stereotaktické biopsie léze v levé hemisféře mozečku. Riziková biopsie kmenového ložiska nebyla pro rizika výkonu (antiagregační terapie, lokalizace léze) indikována.

Po převedení na nízkomolekulární heparin byla u nemocného provedena CT/MRI navi-

Obrázek 1. MRI obraz lézí postihujících pravou polovinu kmene mozkového a levou hemisféru mozečku. Ostré ohraničení kmenové léze a absence expanzivního chování umožňuje úvahu o nenádorové (ischemie) etiologii kmenové léze



Obrázek 2. 3D rekonstrukce transcerebellární trajektorie při obrácené montáži stereotaktického základního kruhu



govaná stereotaktická rámová biopsie ložiska v levé mozečkové hemisféře z přímého transcerebellárního přístupu v poloze nemocného na boku (obrázek 2). Používaný navigační software Praezis Plus umožnil použití obrácené montáže stereotaktického rámu, díky které bylo možné nekomplikované zavedení biopické kanyly pod rámem. Při výkonu bylo odebráno 8 vzorků v definovaných odstupu podél trajektorie. Nejpoверхověji odebrané vzorky 1 a 2 obsahovaly normální struktury mozečku, vzorek 3 byl parciálně infiltrován astroglíální neoplazií a vzorky 4 – 8 byly kompletně tvořeny low grade hypocelulární astroglíální neoplazií s fibrilárním pozadím, aneukaryocytózou, hyperchromazií a vizualizací nukleolů, se zcela ojedinělými mitotickými figurami (obrázek 3). Část nádorových buněk vykazovala gemistocytární charakter a buňky byly často dvoujaderné. Nález odpovídal fibrilárnímu astrocytomu, WHO Gradus II. Po nekomplikovaném pooperačním průběhu byl nemocný v dobrém stavu propuštěn domů s navrácenou antiagregační terapií.

Další postup byl zvolen na základě rozhodnutí neuroonkologické komise FN u sv. Anny a Masarykova onkologického ústavu. Vzhledem k histologickému nálezu byla nemocnému aplikována radioterapie (Masarykův onkologický ústav) na oblast tumoru mozečku v celkové dávce 52,2 Gray (29 sezení po 1,8 Gray). V současné

Obrázek 3. Rozsah nádorové infiltrace v jednotlivých vzorcích (zeleně – normální tkáň, žlutě – částečná infiltrace, červeně – vzorky kompletně tvořeny nádorovou tkání)



době (odstup 9 měsíců od ukončení radioterapie) je nemocný ve stabilizovaném stavu s levostrannou neocerebellární symptomatologií.

Kazuistika II

Nemocný (muž, 29 let) vyhledal lékaře pro levostrannou hypakuzu trvající od r. 2006, k níž se od 11/2008 přidala i hypestezie levé poloviny obličeje a od 1/2009 porucha chuti a taktilního čítí jazyka. 2 měsíce před hospitalizací se k uvedeným potížím přidal pocit nejistoty v prostoru. Nemocný uváděl postupnou progresi hypestezie levé tváře, pocitu nejistoty v prostoru, poruchy hybnosti levého víčka a slabosti levé dolní končetiny. V objektivním nálezu byla přítomna diplopie při pohledu doleva (paréza n. VI vlevo), paréza n. VII vlevo, levostranná hypestezie obličeje a jazyka a mírná nejistota při chůzi.

Postkontrastní CT mozku provedené r. 2008 bylo i zpětně hodnoceno jako normální. MRI vyšetření provedené v 1/2009 již prokazuje patologické ložisko, postihující pons, brachium pontis a hemisféru mozečku vlevo dosahující velikosti $33 \times 15 \times 30$ mm, bez expanzivního chování nebo perifokálního edému, hyperintenzní v T2 WI a FLAIR bez odpovídající hypointenzity v T1 a postkontrastního syčení. Diferenciálně diagnosticky bylo zvažováno především ischemické postižení, demyelinizační onemocnění nebo tumor mozku byly považovány za méně pravděpodobné. Z výsledků detailního neurologického došetření: v mozkomíšním moku 8 oligoklonálních páسů, 0 v séru, vyšetření na borrelii, neuroviry, treponema pallidum, HIV negativní. Podobně bylo negativní i echo srdce a sono extrakraniálních cév. Při elektrofyziologickém vyšetření byla prokázána léze n. VII na úrovni dolního pontu, motorické evokované potenciály byly hraničně abnormní pro centrální úsek k pravé dolní končetině, somatosenzorické evokované potenciály byly v normě a vyšetření vizuálních evokovaných potenciálů bylo abnormní vpravo při refrakční vadě. EEG záznam byl pouze lehce abnormní. Revmatologické vyšetření neprokázalo známky svědčící pro systémové zánětlivé onemocnění. Podobně nebyla prokázána vaskulitida nebo hyperkoagulační stav (nositel mutace HTMFR v heterozygotním stavu). Vzhledem k nálezu oligoklonálních páسů v likvoru a neuroradiologicky zvažované možnosti demyelinizačního onemocnění byl pacient přeléčen kortikoidy, ovšem bez patrného klinického efektu. Kontrolní MRI s odstupem 4 měsíců nevyloučilo minimální progresi léze s mírnou deformací stropu IV. komory. Výsledek doplněného DWI nálezu nesvědčil pro diagnózu ischemie. Vzhledem k nejasné etiologii progredujícího onemocnění byla indikována stereotaktická

biopsie. Vzhledem k lokalizaci patologického procesu v pontu, brachium pontis a mediální části mozečku byl zvolen laterální transcerebellární přístup s obrácenou montáží stereotaktického rámu (obrázek 4). Vlastní odběr (3 vzorky) byl proveden v lokální anestezii a neuroleptanalgezi v poloze nemocného na boku. Histologické vyšetření vzorků odebraných z oblasti pedunklu mozečku prokázalo strukturu bílé hmoty s nádorovou infiltrací, tvorbou shluky hustě agregovaných holojaderných elementů s nápadnou anizocytózou a drobnými nukleoly, fokálně s tvorbou rozetovitých formací typu Homer Wrightových rozet a sporadickými atypickými mitotickými figurami, zčásti se šířícími v perivaskulárních prostorech. Nádorová populace vykazovala fokální paranukleární pozitivitu synaptophysinu, proliferační aktivita Ki 67 dosahovala odhadem 40% jader. Morfologie a imunofenotyp odpovídaly high grade embryonálnímu tumoru – meduloblastomu Gr. IV. Vzhledem k inoperabilitě byl po provedené biopsii nemocný předán do další péče Masarykova onkologického ústavu, kde byla provedena kombinovaná radio (na zadní jámu lebni a kraniospinální osu) a chemoterapie (Temodal) (7/2009–2009). Na oblast kraniospinální osy byla aplikovaná dávka $20 \times 1,8$ Gy (36 Gy) a boost na tumor mozečku (dávka $12 \times 2,0$ Gy – 24 Gy) s nutným přerušením pro trombocytopenii. Při posledním vyšetření (2/2012) přetrvávala paréza n. VI l. sin, lehká paréza horní větve n. VII l. sin, hypakusa vlevo, horizontální disociovaný nystagmus rychlejší doleva a levostranná lehká neocerebellární symptomatologie. Kontrolní vyšetření MRI (2/2012) přineslo obraz T2 a FLAIR hyperintenzních změn v levé mozečkové hemisféře, levé části kmene a horního a středního pedunklu mozečku vzhledu gliózy s cystoidem velikosti 6 mm v levé mozečkové hemisféře, bez známek postkontrastního syčení, bez radiologických známek recidivy tumoru.

Diskuze

Volba trajektorie přístupu pro biopsii zadní jámy lební závisí na přesné lokalizaci patologického procesu a zvláště vztahu k jednotlivým částem mozku kmene, předpokládané patologicko-anatomické povaze léze a jejím vztahu ke klinické symptomatologii. U lézí postihujících mezencefalon a horní pons lze biopickou kanylu zavést z frontální oblasti paralelně s osou kmene (4, 5). Transentoriální přístup z temporoparietální trepanace je možný u biopsie hemisféry nebo vermis mozečku (6, 7) (obrázek 5). Zdánlivě jednoduché zavedení biopické kanyly transcerebellárně je vhodné u lézí postihujících hemisféru mozečku nebo dolní pons, ovšem může být technicky komplikované, protože stereotaktický rám s úchyty může

Obrázek 4. MRI obraz léze pedunculus cerebelli vlevo



Obrázek 5. Průběh trajektorie při biopsii z transentoriálního přístupu



bránit hladkému zavedení kanyly a není možné ignorovat i nároky na vhodnou polohu nemocného (8). Řešením je velmi nízké nasazení stereotaktického rámu s využitím prodloužených fixačních úchyť, což nemusí dostačovat u nemocných s krátkým krkem. Obrácená montáž stereotaktického kruhu, umožněná technickým a softwarovým vybavením, představuje jednoduché řešení, ovšem pozornost je nutné věnovat umístění fixačních šroubů mimo suboccipitální oblast. Mimo polohy v sedě nebo polosedě (potenciální riziko vzduchové embolie), na břiše (nutnost celkové anestezie) lze výkon provést v poloze nemocného na boku, kdy může dostačovat lokální anestezie (3, 9, 10).

Diferenciálně diagnostickou rozvahou při vícečetných strukturálních lézích mozku u prvního nemocného je možné opřít o data Franziniho. V souboru 100 nemocných s vícečetnými lézemi (mimo prokázaného primárního nádoru nebo systémového onemocnění) byly nejčastěji zastoupeny high grade gliomy (37%), primární non Hodgkinský lymfom (15%) a metastatické postižení (15%), low grade gliom (12%), infekce (10%) a ischemie (6%) (11). U prvního nemocného proti high grade gliomu, lymfomu nebo metastatickému postižení svědčil mimo klinického

průběhu stacionární MRI obraz při opakovaných vyšetřeních a pouze velmi sporná postkontrastní opacifikace. Možnost ischemické etiologie podporoval průkaz foramen ovale patens a stabilní stav nemocného v období 6 měsíců po endovaskulárním uzávěru foramen ovale, i když výsledky studie CLOSURE I ukazují, že endovaskulární uzávěr foramen ovale patens (systém STARFlex) nevede k poklesu četnosti recidiv cévních příhod s odstupem 2 let po výkonu (12). Stacionární MRI obraz a normální hodnoty zánětlivých markerů svědčily proti zánětlivé etiologii. Dynamika klinického stavu je rovněž nejednoznačná. Skokové zhoršení klinické symptomatologie podporuje úvahu o embolizační etiologii a spíše pomalý rozvoj neocerebellární symptomatologie v úvodu onemocnění svědčí pro pomalu rostoucí infiltrativní nádor. Z dalších možností diagnostiky před provedením biopsie je vhodné zmínit PET a pokročilé MRI techniky. Při využití PET v rámci předoperační diagnostiky by bylo možné předpokládat hypometabolismus u ischemického ložiska i low grade gliomu. K pokročilým MRI technologiím využitelným u nemocného patří především MRI diffusion (DWI) a perfusion imaging a MRI spektroskopie. MRI spektroskopie (MRS) umožňuje sledování tkáňových koncentrací vhodných metabolitů – například cholinu, N-acetylaspartátu (NAA), kreatininu a laktátu. Protože je laktát konečným produktem anaerobního metabolismu, lze předpokládat jeho nárůst u ischemických lézí a také u rychle progredujících maligních tumorů (13). Literární data prokazují vysokou přesnost 1H MRS pro odlišení high grade a low grade gliomů (14) a při srovnání diagnostické výtěžnosti 1H MRS ve srovnání s výsledky stereotaktické biopsie u nemocných s low grade gliomem také vysokou pozitivní prediktivní hodnotu H – MRS pro low grade gliomy (15). V současnosti se jedná o rozvíjející se techniky s potenciálním přínosem pro rizikové nemocné, které by snad mohly nahradit biopsii. Ovšem pro molekulárně genetickou diagnostiku, o kterou se budou opírat nové léčebné postupy u tumorů mozku, je nutná biopsie nádorové tkáně (16).

MRI obraz u druhého nemocného nebyl pro meduloblastom zcela typický. 70% meduloblastomů se vyskytuje u nemocných ve věku do 16 let a minimálně 75% roste ve vermis mozečku s propagací do IV. komory. Postižení hemisfér mozečku je častější u nemocných ve vyšším věku a lokalizace v oblasti brachium pontis je neobvyklá (17). Podobně je netypický i radiologický náález – meduloblastom je obvykle solidní, hypointenzní nádor, sytící se po podání gadolinia. Je nutné zdůraznit, že mimo radiologicky prokázané léze s odpovídajícím

klinickým a elektrofyziologickým korelátem byl prokázán jediný další patologický náález – záchyt oligoklonálních páسů při vyšetření mozkomíšního moku. Proto je nutné mimo nádorové a ischemické etiologie zvážit i možnost tumoriformní (tumefaktivní) demyelinizační léze (solitární demyelinizační léze větší než 20 mm, vykazující v radiologickém obraze nádorové rysy). Některé radiologické charakteristiky (prstenčité syčení – typ broken ring, perilezionální otok, mass effect, centrální nekróza) mohou vést k záměně léze za tumor nebo absces mozku (18). Přínosem pro diferenciální diagnostiku mohou být pokročilé MRI techniky. Na základě distribuce cholinu, NAA a glutamátu MRS umožňuje rozlišení dvou nebo tří koncentrických zón, reflektující strukturu léze. Důležitá je časová dynamika léze při sledování v čase – normalizace iniciálního nárůstu laktátu a lipidů, následována poklesem NAA (18). Při terapii dochází k redukci rozsahu léze, vymizení postkontrastního syčení a restrikci difuze při DWI (19). Při diagnostických rozpácích může být nutná mozková biopsie, ale i zde je možnost záměny s gliální neoplazií (hypercelularita, atypické reaktivní astrocyty a mitotické figury) (20).

Zkušenosti s využitím neuroendoskopické techniky pro biopsii lézí zadní jámy lební jsou velmi omezené a neuroendoskopie připadá v úvahu pouze u cystických nebo paraventriculárně lokalizovaných lézí (21, 22).

Závěr

Ani detailní neinvazivní došetření u dvou nemocných se strukturálními lézemi postihujícími oblast kmene a mozečku neumožnilo jednoznačné stanovení strukturální diagnózy. I když oblast zadní jámy lební je z hlediska provedení stereotaktické biopsie obtížnější, modifikovaný stereotaktický transcerebellární přístup s využitím stereotaktického plánovacího software umožnil u obou nemocných bezpečné provedení odběru biopsie a přinesl diagnostický závěr rozhodující pro další léčebný postup.

*Podpořeno projektem FNUSA-ICRC
(No.CZ.1.05/1.1.00/02.0123).*

Literatura

1. Kreth FW, Muacevic A, Medele R, Bise K, Meyer T, Reulen HJ. The risk of haemorrhage after image guided stereotactic biopsy of intra-axial brain tumours – a prospective study. *Acta Neurochir* 2001; 143: 539–545.
2. Woodworth G, McGirt MJ, Samdani A, Garonzik I, Olivi A, Weingart JD. Accuracy of frameless and frame based image guided stereotactic biopsy in the diagnosis of glioma: comparison of biopsy and open resection specimen. *Neurol Res* 2005; 27: 358–362.
3. Sanai N, Wachhorst SP, Gupta NM, McDermott MW. Transcerebellar stereotactic biopsy for lesions of the brainstem and peduncles under local anesthesia. *Neurosurgery* 2008; 63: 460–466.

4. Kondziolka D, Lundsford LD. Stereotactic biopsy for intrinsic lesions of the medulla through the long axis of the brainstem: technical considerations. *Acta Neurochir* 1994; 129: 89–91.
5. Amundson EW, McGirt MJ, Olivi A. A contralateral, transfrontal, extraventricular approach to stereotactic brainstem biopsy procedures. Technical note. *J Neurosurg* 2005; 102: 565–570.
6. Nádvořník P, Transtentorial dentatotomy. *Exc Med International Congr Service* 1973; 29: 4.
7. Montes JL, Clarke DB, Grabb PA. Stereotactic transtentorial hiatus ventriculoperitoneal shunting for the sequestered fourth ventricle. *J Neurosurg* 1994; 80: 759–761.
8. Aung TH, Kwok CK, Mak YF, Mak EG. Computed tomography-guided stereotactic aspiration and biopsy of a cystic metastatic adenocarcinoma of the pons. *HKMJ* 1997; 3: 232–235.
9. Spiegelmann R, Friedman WA. Stereotactic suboccipital transcerebellar biopsy under local anesthesia using the Cosman-Roberts-Wells frame. Technical note. *J Neurosurg* 1991; 75: 486–488.
10. Guthrie BL, Steinberg GK, Adler JR. Posterior fossa stereotactic biopsy using Brown Robert Wells stereotactic system. *J Neurosurg* 1989; 70: 649–652.
11. Franzini A, Leocata F, Giorgi C, Allegranza A, Servello D, Broggi G. Role of stereotactic biopsy in multifocal brain lesions: considerations on 100 consecutive cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994; 57: 957–960.
12. Calvert PA, Rana BS, Kydd AC, Shapiro LM. Patent foramen ovale: anatomy, outcomes and closure. *Nature Reviews Cardiology* 2011; 8: 148–160 (March 2011), doi: 10.1038/nrcardio.2010.224 Dostupné z <http://www.nature.com/nrcardio/journal/v8/n3/full/nrcardio.2010.224.html>.
13. Shih MT, Singh AK, Wang AM, Patel S. Brain lesions with elevated lactic acid peak on magnetic resonance spectroscopy. *Curr Probl Diagn Radiol* 2004; 33: 85–95.
14. Hollingworth W, Medina LS, Lenkinski RE, et al. A systematic literature review of magnetic resonance spectroscopy for the characterization of brain tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27: 1404–1411.
15. Setzer M, Herminghaus S, Marquardt G, et al. Diagnostic impact of proton-MR spectroscopy versus image-guided stereotactic biopsy. *Acta Neurochir* 2007; 149: 379–386.
16. Callovin GM. Is it appropriate to redefine the indication for stereotactic brain biopsy in the MRI era? Correlation with final histological diagnosis in supratentorial gliomas. *Minim Invasive Neurosurg* 2008; 51: 109–113.
17. Kozler P, et al. Intrakraniální nádory. První vydání. Praha: Galén, Karolinum, 2007: 114.
18. Fallad A, Banglawala S, Ebrahim S, Paulseth JE, Jha NK. Tumefactive demyelinating lesions: a diagnostic challenge. *Can J Surg* 2010; 53: 69–70.
19. Saini J, Chatterjee S, Thomas B, Kesavadas C. Conventional and advanced magnetic resonance imaging in tumefactive demyelination. *Acta Radiol* 2011; 52: 1159–1168.
20. Yamada S, Yamada SM, Nakaguchi H, et al. Tumefactive multiple sclerosis requiring emergent biopsy and histological investigation to confirm the diagnosis: a case report. *J Med Case Reports* 2012; 6: 104.
21. Buchvald P, Suchomel P, Kaiser M. Chirurgické řešení ependymomů krční a hrudní míchy. *Čes a Slov Neurol Neurochir* 2007; 70(100): 117–124.
22. Novák Z, Chrástina J, Říha I. Atlas of endoscopic neurosurgery. Praha: Maxdorf-Jessenius, 2007: 139.

Článek přijat redakcí: 17. 5. 2012

Článek přijat k publikaci: 30. 7. 2012

MUDr. Jan Chrástina, Ph.D.

Neurochirurgická klinika LF MU a FN u sv. Anny v Brně
Pekařská 53, 656 91 Brno
jan.chrastina@fnusa.cz