

Lezionální stereotaktické operace v terapii farmakorezistentní epilepsie

MUDr. Jan Chrastina, Ph.D.¹, prof. MUDr. Zdeněk Novák, CSc.¹, ing. Ivo Říha¹, prof. MUDr. Milan Brázdil, Ph.D.², doc. MUDr. Robert Kuba, Ph.D.², prof. MUDr. Ivan Rektor, CSc.²

¹Neurochirurgická klinika LF MU a FN u sv. Anny, Brno

²1. neurologická klinika LF MU a FN u sv. Anny, Brno

I přes pokroky v zobrazovací technice a elektrofyzilogické diagnostice u nemocných s farmakorezistentní epilepsií zůstává významné procento nemocných, u nichž není resekční výkon možný nebo je zatížen závažnými nežádoucími účinky. Pro tyto nemocné je potenciální volbou stereotaktická operační intervence. Náplní sdělení je historický přehled a současný stav lezionálních stereotaktických intervencí v terapii farmakorezistentní epilepsie, jejich možnosti a výsledky. Stereotaktická operační technika se stala základem dalších technik významných pro epileptochirurgii – radiochirurgie a neuronavigace.

Klíčová slova: farmakorezistentní epilepsie, lezionální stereotaxe, radiochirurgie.

Stereotactic lesional surgery in treating pharmacoresistant epilepsy

Despite advances in imaging techniques and electrophysiological diagnosis in patients with pharmacoresistant epilepsy, there remain a significant proportion of patients in whom a resection procedure is not feasible or is associated with severe adverse effects. Such patients are potential candidates for stereotactic surgical intervention. The paper reviews the history and current situation of stereotactic lesional interventions used in the treatment of pharmacoresistant epilepsy, their options and results. Stereotactic surgical technique has become the basis of other techniques relevant to epilepsy surgery, namely radiosurgery and neuronavigation.

Key words: pharmacoresistant epilepsy, stereotactic lesionectomy, radiosurgery.

Neurol. pro praxi 2009; 10(2): 112–116

Seznam zkratek:

aa. – arteriae

CT – počítačová tomografie

MRI – magnetická rezonance

EEG – elektroencefalografie

Úvod

Nejčasnější vědecky podložené chirurgické přístupy k řešení epilepsie se vyznačovaly snahou o přesnou definici oblasti fokálního počátku a její chirurgickou resekci. Na tomto místě je nutné zmínit přínos kanadské (Penfield, Jasper) a francouzské školy (Talairach, Bancaud). Výsledky resekčního výkonu nebyly vždy uspokojivé s výjimkou nemocných s temporální epilepsií. Není tedy překvapivé, že byly vyvíjeny a navrhovány další terapeutické operační postupy. Jednou z možností byly stereotaktické operační výkony, a to lezionální (anatomická léze definované nitrolební struktury) a stimulační (elektrická stimulace definované nitrolební struktury).

Princip stereotaktické operační techniky

Podstatou stereotaktické operační techniky v neurochirurgii je zasažení definovaného intrakraniálního cíle dle předem stanovené tra-

jektorie. Základní podmínkou je znalost přesné polohy cílové struktury v prostoru. I když jsou různé možnosti praktického splnění této podmínky, princip zůstává identický: určení polohy cíle vzhledem k definovanému útvaru nebo útvarům, které jsou exaktně viditelné nebo dokonale zobrazitelné. Dle Talairacha a Szikly je základním rysem stereotaxe třírozměrná reprezentace mozku zahrnující kortex i hluboké struktury (Talairach a Szikla, 1980).

Vlastní koncept stereotaktických operací mozku vychází z práce anatoma Zernova (1889) a neurochurga Horsleyho ve spolupráci s technikem Clarkem (použití na laboratorních zvířatech 1908). Základem jejich prací se stalo určení polohy cíle v nitrolebí ve vztahu ke stereotaktickému rámu, pevně fixovanému k lebce.

Horsley-Clarkův systém byl již postaven na systému karteziánských souřadnic a díky tomuto systému a experimentální práci neurochurga Horsleyho se podařilo vytvořit topometrické mapy mozku pro experimentální zvířata. Horsley dále definoval nutné vybavení pro stereotaktické operace:

1. držák pro pevnou fixaci hlavy
2. mechanický systém pro přímé směřování nástroje k definovanému cíli

3. systém pro získávání stereotaktických dat
4. sonda nebo jiný chirurgický nástroj, který může být do oblasti cíle zaveden.

Stereotaktická metoda byla znovuobjevena pro výzkum a klinické použití až ve 30. letech minulého století díky práci anatoma Ransona. Autor zdůrazňoval přednosti Horsley-Clarkova systému a vytvořil podmínky pro uznání jejich priority – snad i na úkor zmínovaných ruských výzkumníků. První klinické využití stereotaktického aparátu je připisováno Kirschnerovi, který r. 1933 pomocí speciálního přístroje operoval ganglion Gasseri (Alexander a Maciunas, 1999).

Pro vlastní zaměření byly používány rentgenové snímky, pořízené za podmínek, které umožňovaly odečtení koordinát nitrolebního cíle, ventrikulografie se stanovením polohy intrakraniálního cíle vzhledem ke vztažným bodům – nejčastěji spojnicí přední a zadní komisy – interkomisurální linie, někdy angiografická vyšetření a později CT a MRI.

Pro určení koordinát zvolených cílů byly využívány stereotaktické atlasy, které obsahovaly stereotaktické mapy – řezy mozkem ve třech rovinách v přesném vztahu k definovaným

vztažným bodům. Je nutné zmínit Talairachův atlas, vytvořený r. 1952 (vztažné body přední a zadní komisury), v témže roce vzniklý stereotaktický atlas Spiegela a Wycise (vztažná linie spojnice středu zadní komisury a zadní plochy pontu) a detailní atlas Schaltenbranda a Baileyho vytvořený r. 1959.

V současnosti je používána řada stereotaktických systémů, splňujících podmínky vymezené Horsleym. Ilustrační příklad systému Zamorano Dujovny přináší obrázek 1.

Obrázek 1. Stereotaktický systém Zamorano Dujovny (MRI kompatibilní základní kruh k fixaci systému na hlavu nemocného)



Lezionální stereotaxe v terapii epilepsie do 80. let minulého století

Volba cíle pro stereotaktické operace sleduje koncepci chirurgického řešení identifikovatelného epileptického fokusu, ovšem stereotaktická neurochirurgie přináší i postupy s cílem přerušení drah šíření epileptických výbojů.

S odstupem pouhých 3 let po publikaci první stereotaktické operace mozku (1947 – stereotaktická aplikace alkoholu do globus pallidum a mediálního talamu u nemocného s Huntingtonovou choreou, ponecháme-li stranou zmínku o klinickém využití Zernovova systému při řešení poúrazového abscesu mozku lokalizovaného v parietálním laloku) (Alexander a Maciunas 1999) r. 1950 Spiegel a Wycis implantovali elektrody do talamu a snímali odtud epileptickou aktivitu. A již v roce 1951 titíž autoři získali nadějně výsledky u 2 nemocných s parciálními záchvaty po stereotaktické lezionální operaci v intralaminárních jádrech talamu a později popisovali úspěch i u pallidotomií a pallidoamygdalotomií (Gildenberg a Tanker, 1998; Jelsma et al., 1973).

Právě povzbudivé výsledky pallidoamygdalotomií a výsledky intraoperačních zázna-

mů při otevřených výkonech pro temporální epilepsii iniciovaly zájem o operace v oblasti amygdalárního jádra. Jednalo se o výkony na hranici psychostereotaxe a epileptochirurgie (Nádvořík a Pogády, 1999). Výsledkem provedené stereotaktické koagulace amygdaly u epileptiků s psychoemocionálními poruchami bylo mimo zlepšení epileptických záchvatů i zlepšení kontaktu, sociální adaptability a redukce agresivity. Amygdala byla atraktivním cílem i z důvodu poměrně snadné radiologické identifikace při ventrikulografii (nachází se na anterodorzální ploše temporálního rohu postranní komory). Důležité je rozdělení na laterální a mediální jadernou skupinu, neboť léze mediálních jader a intermediální zóny mezi mediální a laterální jadernou skupinou jsou z hlediska kontroly epileptických záchvatů nejúčinnější (Narabayashi, 1976).

Další vedoucí tým rozvoje stereotaktické neurochirurgie – freiburská skupina (Hassler, Mundinger, Riechert) provedl první stereotaktické operace pro epilepsii r. 1951. Jednalo se o výkony na drahách, odpovědných za šíření epileptického výboje – nejčastěji stereotaktické unilaterální fornikutomie (přerušení propagace epileptického výboje z amygdalohippokampálního komplexu). Protože po izolovaných fornikutomiích docházelo k časným recidivám po iniciálně dobrém průběhu, výkon autoři kombinovali s přední komisurotomií (u generalizovaných záchvatů lepší výsledky než u psychomotorických) nebo s přední komisurotomií a amygdalotomií (lepší ovlivnění psychomotorických záchvatů). Po bilaterálních fornikutomiích s přední komisurotomií autoři popisovali přechodnou poruchu krátkodobé paměti s konfabulacemi, připomínající Korsakovův syndrom. Pozitivní výsledky byly pozorovány především u dětí, u kterých byly epileptické záchvaty spojeny s poruchami chování (Mundinger et al., 1976).

Jiní autoři se zabývali studiem EEG záznamů po provedených fornikutomiích. Bezprostředně po operaci nebyly u většiny nemocných patrné změny, ovšem u menšího počtu nemocných došlo již v časném období po výkonu ke změně šíření epileptického výboje. U nemocných s příznivým klinickým průběhem byla s odstupem 2 měsíců pozorována desynchronizace EEG záznamu vedoucí až k vymizení epileptického fokusu. U zbylých nemocných epileptická aktivita přetrvávala nebo se objevily nové fokusy i na kontralaterální straně (Barcia-Salorio a Broseta, 1976).

Jinou oblast pro operaci na drahách zodpovědných za šíření epileptického výboje zvolil

Jinnai se spolupracovníky – Forelovo pole (oblast mezi ncl. lentiformis a substantia nigra), kudy procházely descendující dráhy šíření epileptického výboje. Cílem operace bylo přerušení kortikosubkortikálních reverberačních okruhů s následným zvýšením záchvatové prahu (Jinnai, Mukawa a Kobayashi, 1976). Výkony byly prováděny i bilaterálně. Zkušenosti se souborem 6 nemocných s multifokální epilepsií, u nichž byla provedena oboustranná koagulace Forelových polí, popisuje Ramani. Výkony sice vedly ke snížení četnosti generalizovaných záchvatů, ale operace byla bez efektu na komplexní parciální záchvaty a akinetické a myoklonické záchvaty. Neuropsychologické testování po operaci navíc prokázalo pokles kognitivních funkcí mírného až středního stupně. I při výrazném efektu operace v oblasti Forelových polí na generalizované záchvaty autoři operaci doporučují pouze u nemocných s těžkými kognitivními deficity, kde zisk daný kontrolou záchvatů převažuje ztrátu danou deteriorací kognitivních funkcí (Ramani, Yap a Gunmit, 1980).

Z dalších lezionálních operací z daného období je nutno zmínit výkony v oblasti laterálních talamických jader a v oblasti genu capsula interna s cílem přerušení finální eferentní dráhy z kortexu do míchy (Jelsma, 1973; Gildenberg a Tasker, 1998). Lezionální operace v oblasti nucleus dentatus (stereotaktická dentatotomie) byla využívána u nemocných s dyskinetickými syndromy, ale při těchto výkonech byla pozorována redukce počtu epileptických záchvatů u nemocných, kde byly dyskinezy spojeny s epilepsií. Podobného výsledku bylo dosaženo i u omezeného počtu nemocných, trpících epilepsií bez dyskinez (Fraiooli a Guidetti, 1975).

V období 50.–70. let byl rovněž rozpoznán potenciál stereotaktické neurochirurgie pro monitoraci definovaných struktur pomocí zavedených elektrod, odběry tkáně na histologické vyšetření a konečně pro zavedení stimulačních elektrod. Gibbs a Hayne využili Horsley Clarkův rám pro implantaci intracerebrálních elektroencefalografických elektrod již roku 1947 (Jensen, Stone a Hayne, 1996). Pro vlastní implantaci byly využity nejrůznější způsoby v závislosti na explorované oblasti a možnostech pracoviště (například ortogonální Talairachovy elektrody, šikmé elektrody do amygdalohippokampálního komplexu z occipitálního nebo frontálního přístupu), ovšem detailní rozbor možných technik stereotaktické explorace přesahuje obsah sdělení (Pechačová

et al., 2001). Z domácích autorů, kteří ovlivnili vývoj stereotaktické operační techniky v oblasti epileptochirurgie, je nutné jmenovat především Vladyku a Nádvorníka (Vladyka, 1978).

Zlomovým bodem pro terapii nemocných s epilepsií se stal pokrok v zobrazovacích metodách – zavedení CT a především MRI. Rozvoj zobrazovacích technik s pokrokem v operační technice (mikrochirurgie, selektivní výkon) iniciuje nárůst resekčních výkonů pro temporální i extratemporální epilepsii, což vedlo k útlumu složitých stereotaktických výkonů.

Možnosti lezionální stereotaxe od 80. let do současnosti

Ovšem i po období 80. let se objevovaly práce s tematikou často kombinovaných stereotaktických lezionálních výkonů v hlubokých strukturách mozku.

Sdělení z r. 1990 (Pendl et al., 1990) shrnuje zkušenosti s chirurgickou terapií 70 nemocných s fokálními i generalizovanými záchvaty a srovnává skupinu resekčních a stereotaktických operací (33 nemocných). U všech stereotakticky operovaných nemocných byla v první fázi provedena stereotaktická fornixotomie. U 14 nemocných byl pro nedostatečný efekt první operace proveden další výkon – léze v oblasti amygdaly, talamu a Forelova pole. Po dokončení stereotaktické léčby bylo bez záchvatů 27 % nemocných, 58 % nemocných bylo zlepšeno (Engel II–III) a u 15 % nedošlo ke zlepšení. U zbylých 37 nemocných byly provedeny klasické resekční výkon pro temporální i extratemporální epilepsii (43 % nemocných bez záchvatů, 35 % zlepšeno – Engel II–III a 22 % nebylo zlepšeno). Výsledky sice dle autorů hovoří ve prospěch resekčních výkonů, ovšem z hlediska typu záchvatů se jedná o nesrovnatelné soubory. Autoři konstatují, že stereotaktické operace jsou indikovány u nemocných se sekundární generalizací a vícečetnými fokusy v dominantní hemisféře.

Kombinovaná stereotaktická operační léčba u 74 dětských nemocných je tématem sdělení

latsuka se spolupracovníky. Nejčastějším výkonem byla stereotaktická koagulace amygdaly (celkem 50 nemocných), kombinovaná s talamotomií u 20 nemocných a lézí Forelova pole u 4 nemocných. Pozitivního výsledku ve smyslu významné redukce epileptických záchvatů bylo dosaženo u 70 % nemocných (doba sledování 1–17 let) (latsuk et al., 1997).

Pro koagulaci epileptického fokusu byly rovněž využívány již implantované diagnostické intracerebrální elektrody. Ze současné doby lze citovat sdělení Guenota. Autoři provádějí radiofrekvenční léze epileptogenních fokusů s využitím diagnostických elektrod implantovaných Talairachovou technikou (pomocí speciální mřížky, sloužící jako vodič pro vrták i zavadeč fixačního šroubu) (obrázek 2). Léze byly vytvářeny technikou bipolární koagulace (100–110 mA, doba koagulace 10–50 sekund). Rozsah jednotlivé léze se pohyboval v rozmezí 5–7 mm. Autoři odpočítali 20 nemocných a počet koagulačních lézí se pohyboval v rozmezí 2–16. Léze byly prováděny již implantovanými elektrodami bez nutnosti anestezie, což umožnilo adekvátní monitoraci neurologického stavu nemocných a přispělo k bezpečnosti výkonu (přechodná zániková symptomatologie u 2 nemocných). Při hodnocení výsledků (15 % bez záchvatů, 40 % s více než 80 % redukcí záchvatů a 45 % nemocných bez zlepšení) je nutné vzít v úvahu, že se jednalo o paliativní operační zákrok v situaci, kdy nebyly možné resekční výkon. Sami autoři uvádějí nutnost dalších studií k bližšímu určení nemocných, u nichž bude radiofrekvenční termokoagulace vycházející z výsledků stereoencefalografie účinná (Guenot et al., 2004).

V současné době lezionální stereotaxi v epileptochirurgii dominují stereotaktické výkon na meziálních temporálních strukturách a jejich výsledky podtrhují úlohu této minimálně invazivní techniky i při velmi dob-

řých výsledcích a bezpečnosti mikrochirurgických výkonů. Parrent a Blume prezentují výsledky stereotaktických radiofrekvenčních amygdalohippokampektomií u 19 nemocných (plánování MRI). Z jejich výsledků vyplývá nutnost vytvoření dostatečně rozsáhlých, splývajících lézí zahrnujících amygdalu a přední část hippocampu v rozsahu 15–31 mm. Anatomické léze postihovaly amygdalu a hippocampus, parahippokampální gyrus byl ušetřen. U 60 % nemocných bylo dosaženo velmi dobrých výsledků, sami autoři připouštějí, že výsledky jsou horší než u resekčních výkonů (Parrent a Blume, 1999). Titíž autoři prováděli monitoraci epileptické aktivity meziotemporálních struktur pomocí elektrody stereotakticky zavedené do temporálního rohu postranní komory před stereotaktickou amygdalohippokampektomií a v období 48 hodin po výkonu. V časném pooperačním průběhu nenacházejí korelaci mezi poměrem počtu hrotů před vytvořením léze a po výkonu, rovněž tak neprokazují konzistentní efekt léze na časné meziotemporální hroty (Blume, Parrent a Kaibara, 1997). Cílem studie pražské skupiny bylo vyhodnotit účinnosti a vedlejší účinky stereotaktické amygdalohippokampektomie, rozsahem napodobující neurochirurgický výkon. Vyhodnotili celkem 16 nemocných, u nichž byla provedena stereotaktická amygdalohippokampektomie, kdy rozsah léze přesahoval 40 mm v dlouhé ose hippocampu. Bez záchvatů bylo po výkonu 75 % nemocných (Engel I), u 19 % byly ojedinělé záchvaty (Engel II) a jeden nemocný byl hodnocen jako Engel III (6 %). Vedlejší účinky byly přechodné (cefalea, aseptická meningitida, průsak moku) (Kalina et al., 2007).

Velmi atraktivní tematikou je stereotaktické řešení hypotalamických hamartomů (sesilních nebo stopkatých lézí ve spodině III. komory), které jsou příčinou gelastických epileptických záchvatů nebo poruch chování. Stereotaktická radiofrekvenční koagulace hamartomu s mož-

Obrázek 2. Talairachova technika implantace intracerebrálních elektrod: a) intracerebrální elektroda, b) Talairachova mřížka – implatace vodičích šroubků po návrtu klenby lební, c) stav po implantaci elektrod



ným užitím endoskopu pro vizuální kontrolu přináší zlepšení epileptických záchvatů u více než 60 % nemocných, především u lézí menšího rozsahu (Kuzniecky a Guthrie, 2003).

Protěť komisurálních drah v corpus callosum je využíváno v epileptochirurgii především pro řešení atonických záchvatů s nekontrolovatelnými pády. Výkon je nejčastěji prováděn z otevřené kraniotomie, ovšem především v časnějším období před zavedením mikrochirurgické techniky byl zatížen závažnou morbiditou a mortalitou (manipulace s přemostujícími žilami a aa. cerebri anteriores). Cílem stereotaktické techniky bylo vyhnout se nutnosti otevřené kraniotomie a manipulaci s cévními strukturami. Marino popisuje techniku stereotaktické callosotomie technikou termokoagulace ve více cílech v corpus callosum v definovaném rozsahu (Marino a Gronich, 1989). Nádvorníkem popsána originální technika cirkulární stereotaktické callosotomie spočívá v protěť corpus callosum vícečetnými cirkulárními nebo semicirkulárními transsekcemi stereotakticky zavedenou Riechert Mundingеровou sondou. Jedná se o původně termokoagulační sondu s aktivní elektrodou, kterou je možno vysunout do strany a po cirkulární nebo semicirkulární rotaci (podobně jako pravouhlým leukotomem) přerušit corpus callosum ve zvoleném rozsahu dle počtu cílů, dosažitelných z jedné nebo dvou trepanací (Nádvorník et al., 1996) (obrázek 3).

Obrázek 3. Riechert Mundingерova strunová elektroda – výsuvná část sondy a měření rozsahu vysunutí sondy



Jiné možnosti funkční stereotaktické neurochirurgie

Dalšími přínosy stereotaktické operační techniky je stereotaktická radiochirurgie a neuronavigace.

Velmi zjednodušeně lze říci, že principem neuronavigace je podobně jako u stereotaxe zasažení definovaného intrakraniálního cíle dle předem stanovené trajektorie, ovšem bez stereotaktického kruhu. Polohu bodu v prostoru určuje neuronavigační systém, pracující například na

principu mechanického ramene s kalibrovanými klouby, infračerveného světla, elektromagnetického pole nebo ultrazvuku. Komerčně je dostupná řada neuronavigačních systémů. V současné době lze neuronavigaci v epileptochirurgii využít pro resekční výkony i implantaci diagnostických intrakraniálních elektrod.

Principem stereotaktické radiochirurgie pomocí Leksellova gama nože je aplikace cílené dávky ionizačního záření prostřednictvím množství přesně kolimovaných paprsků na definovanou oblast v nitrolebí.

Ze současných indikací stereotaktické radiochirurgie v epileptochirurgii je nutné zmínit radiochirurgickou amygdalohippokampektomií. V roce 2008 publikované sdělení z marseillského pracoviště popisuje zkušenosti se souborem 134 nemocných, ošetřených radiochirurgicky pro farmakorezistentní epilepsii. Radiochirurgická amygdalohippokampektomie byla provedena u 53 nemocných (dalších 61 nemocných bylo ošetřeno pro hypotalamický hamartom a u 12 nemocných se jednalo o jinou patologii – cévní malformace). Sám autor zdůrazňuje, že radiochirurgické ošetření je prospěšné pouze u nemocných, u nichž byla před operací zcela precizně určena epileptogenní zóna nebo síť a uplatněna přesná pravidla radiochirurgického plánování. Pro nemocné s mezeitemporální epilepsií autor uvádí, že dlouhodobá účinnost a bezpečnost metody je srovnatelná s resekčními výkony, ovšem radiochirurgické ošetření šetří verbální paměť při výkonech na dominantní straně. Doba latence před projevením efektu je 18–24 měsíců. V tomto období může dojít i k neurologickému zhoršení (Regis et al., 2008). Zkušenosti s radiochirurgickou amygdalohippokampektomií referované z jiných pracovišť jsou méně povzbudivé (Vojtěch a Kalina, 2004).

Hluboká lokalizace hypotalamického hamartomu postihujícího funkčně závažné struktury spodiny III. komory, jeho tvar a ohraničení z něj činí potenciálně atraktivní cíl stereotaktické radiochirurgie. U nemocných s radiochirurgicky ošetřenými hypotalamickými hamartomy (sledování více než 3 roky) popisuje Regis velmi dobré výsledky u 59,3 % nemocných, z komplikací zmiňuje poikilotermii u 3 nemocných. I zde je nevýhodou opožděný nástup účinku terapie (Regis et al., 2008).

Závěr

Přínosem stereotaktické techniky pro chirurgii epilepsie je nejen možnost implantace diagnostických elektrod do hlubokých struktur

mozku, ale také provedení léze definované struktury mozku. Moderní stereotaktická operační technika využívající zobrazovací techniky a poznatky o roli potenciálních cílů stereotaktického výkonu pro vznik a šíření epileptického záchvatu nabízí nové možnosti pro lezionální stereotaktické zákroky. Minimální invazivita a dobré výsledky především u stereotaktických amygdalohippokampektomií a operací hypotalamických hamartomů podporují další využití stereotaktické lezionální chirurgie i v době vypracovaných resekčních zákroků. Další možností stereotaktické léčby farmakorezistentní epilepsie u vybraných nemocných je stereotaktická radiochirurgie.

Podpora VZ MŠMT 0021622404.

Literatura

1. Alexander E. III, Maciunas RJ. Advanced neurosurgical navigation. Thieme New York Stuttgart 1999: 605 s.
2. Barcia – Salorio JL, Broseta J. Stereotactic fornicotomy in temporal epilepsy. Acta Neurochir 1976; Suppl. 23: 167–175.
3. Blume WT, Parrent AG, Kaibara M. Stereotactic amygdalohippocampotomy, and mesial temporal spikes. Epilepsia 1997; 38(8): 930–936.
4. Fraioli B, Giudetti B. Effects of stereotactic lesions of the dentate nucleus of the cerebellum in man. Appl. Neurophysiol 1975; 38(2): 81–90.
5. Gildenberg PL, Tasker RR Textbook of stereotactic and functional neurosurgery, New York McGraw Hill 1998: 2174 s.
6. Guenot M, Isnard J, Ryvlin P, Fischer C, Mauguier F, Ryvlin F. SEEG-guided RF thermocoagulation of epileptic foci: feasibility, safety and preliminary results. Epilepsia 2004; 45: 1368–1374.
7. Iatsuk SL, Stepanova TS, Bersnev V. Stereotaxic amygdalotomy in the treatment of children with epilepsy. Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko 1997; 3: 27–29.
8. Jelsma RK, Bertrand CM, Martinez SN, Molina-Negro P. Stereotaxic treatment of frontal-lobe and centrencephalic epilepsy. J Neurosurg 1973; 39: 42–51.
9. Jensen RL, Stone JL, Hayne RA. Introduction of the human Horsley Clarke stereotactic frame. Neurosurgery 1996; 38: 563–567.
10. Jinnai D, Mukawa J, Kobayashi K. Forel H – tomy for the treatment of intractable epilepsy. Acta Neurochir 1976; Suppl. 23: 159–165.
11. Kalina M, Liščák R, Vojtěch Z, Adámková E, Procházka T, Marečková I, Vladyka V. Stereotactic amygdalohippocampotomy for temporal lobe epilepsy: promising results in 16 patients. Epileptic Disord 2007; Suppl. 1: 68–74.
12. Kuzniecky RI, Guthrie BL. Stereotactic surgical approach to hypotalamic hamartoma. Epileptic Disord 2003; 5: 275–280.
13. Marino JR, Gronich G. Corpus callosum stimulation and stereotactic callosotomy in the management of refractory generalized epilepsy. Preliminary communication. Arg Neuropsychiatr 1989; 47: 32–35.
14. Munding F, Becker P, Groebner E, Bachschmid G. Late results of stereotactic surgery of epilepsy predominantly temporal type. Acta Neurochir 1976; Suppl. 23: 177–182.
15. Nádvorník P, Krupa P, Chrástina J, Smrčka V, Novák Z, Zbořilová E. Circular stereotactic callosotomy: A preliminary report. Technical note. Acta Neurochir 1997; 139: 359–360.
16. Nádvorník P, Pogády J. Psychochirurgia. Bratislava: SAP, 1999: 122 s.

17. Narabayashi HT. Lessons from amygdaloid surgery in long term observation. *Acta Neurochir* 1976; Suppl. 23: 241–245.
18. Parrent AG, Blume WT. Stereotactic amygdalohippocampectomy for the treatment of medial temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1999; 40: 1408–1416.
19. Pechačová Z, Liščák R, Vladyka V, Vojtěch Z. Implantace elektrod pro invazivní snímání EEG – zkušenosti v nemocnici Na Homolce. *Česk Slov Neurol Neurochir* 2001; 64/97: 237–243.
20. Pendl G, Grunert P, Graf M, Czech T. Surgical treatment of epilepsy. *Neurochirurgia* 1990; 33(Suppl. 1): 27–29.
21. Ramani SV, Yap JC, Gunmit RJ. Stereotactic field of Forel interruption for intractable epilepsy. *Acta Neurophysiol* 1980; 43: 104–108.
22. Regis J, Arkha Y, Yomo S, Bartolomei F, Peragut JC, Chauvel P. Radiosurgery for drug – resistant epilepsies: state of the art, results and perspectives. *Neurochirurgie* 2008; 54: 320–331.
23. Talairach J, Szikla G. Application of stereotactic concept to the surgery of epilepsy. *Acta Neurochir* 1980; Suppl 30: 35–54.
24. Vladyka V. Taktika chirurgického léčení epilepsií a její uplatnění u temporálních epilepsií. *Českoslov Neurol Neurochir* 1978; 41/74: 95–106.
25. Vojtěch Z, Kalina M. Stereotaktická radiochirurgie. 208–213 In. Brázdil M, Hadač J, Marusič P. Farmakorezistentní epilepsie. Praha: Triton 2004.

MUDr. Jan Chrastina, Ph.D.

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