

Peroperační 3D sonografie v neurochirurgii

MUDr. Michal Filip, Ph.D., MUDr. Petr Linzer, MUDr. Filip Šámal, Ph.D.

Neurochirurgie KNTB Zlín

Lékařská sonografie patří mezi nejsnáze dostupné zobrazovací metody. Je založená na registraci ultrazvuku odraženého od tkání. Základním vyšetřením je dvojrozměrné zobrazení 2D. V neurochirurgii je úspěšně využíváno pro jednoduché zobrazení operačního pole během výkonu. V současné době se rozšiřuje do neurologické i neurochirurgické praxe ultrazvukové trojrozměrné 3D zobrazení. Prostorové zobrazení vyšetřované oblasti usnadňuje rozlišení patologických lézí podobně jako u jiných modalit (CT, MRI). To by mohlo při neurochirurgických výkonech dále zdokonalit kvalitu peroperačního zobrazení během výkonu. První zkušenosti s peroperačním ultrazvukovým 3D zobrazením při resekci glioblastomu jsou obsahem tohoto krátkého sdělení.

Klíčová slova: 3D ultrazvuk, peroperační zobrazení, bezpečná resekce glioblastomu.

Intraoperative 3D sonography in neurosurgery

Ultrasound imaging is one of the most available perioperative imaging methods. Ultrasound imaging is based on registering of echo signals reflected by tissue. The basic modality of examination is two-dimensional (2D) imaging in various modes. In neurosurgery, the 2D imaging is successfully used for intraoperative imaging. Nowadays, the use of ultrasound 3D imaging is spreading in neurological and neurosurgical practice. The three-dimensional imaging alike CT or MRI facilitates delineation of pathological lesions. An improvement of perioperative imaging during neurosurgical procedures is expected. First experiences in 3D ultrasound imaging of the glioblastoma resection are presented in this short statement.

Key words: 3D ultrasound imaging, intraoperative detection, sufficient resection of glioblastoma.

Neurol. pro praxi 2010; 11(6): 415–417

Seznam zkratk

2D – dvojrozměrné zobrazení

3D – trojrozměrné zobrazení

4D – trojrozměrné zobrazení v reálném čase

CT – počítačová tomografie

MRI – magnetická rezonance

5 – ALA – 5 aminolevulová kyselina

Úvod

Peroperační zobrazovací metody u operací mozkových nádorů se využívají v neurochirurgii od 90 let minulého století. Bylo zkoušeno několik modalit jako CT, MRI a kombinace navigačních systémů s ultrazvukem (sonowand) (Wirtz et al., 1997; Gronningsaeter et al., 2000). V současné době se standardně hlavně ve světě využívá MRI v T1 i T2 zobrazení. Ve stadiu klinických zkoušek jsou metody využívající metabolismu buněk, jako je fluorescenční zobrazení pomocí látek vychytávaných tumorózními buňkami (5 ALA) (Stummer et al., 1998). Do popředí zájmu neurochirurgů se postupně dostává vedle těchto zobrazení i ultrazvukové vyšetření.

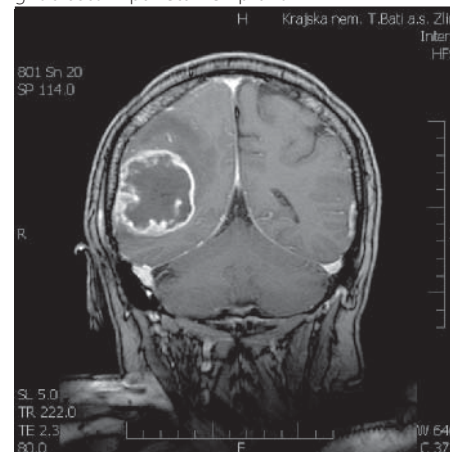
Sonografie patří mezi moderní zobrazovací metody, které se neustále zdokonalují. Základním vyšetřením v současné době je plošné zobrazení v B módu (dvojrozměrný obraz, 2D obraz, B-obraz). Dvojrozměrný obraz je získán jako řada vedle sebe položených úsečků jednorozměrného zobrazení. Vytváří se postupně série obrazů vyšetřované oblasti s možností sledování pohybu tkání. Takové zobrazení nezatěžuje pacienta, je poměrně snadno dostupné a ukazuje vyšetřova-

né místo v reálném čase. Pro tyto přednosti se využívá v průběhu neurochirurgických výkonů pro navigaci lézí a kontrolu například resekce tumoru apod. (Tanaka et al., 1965; Vorhies et al., 1983; Unsgaard et al., 2002; Filip et al., 2004; Rubin et al., 1983). Nevýhodou plošného zobrazení je ztráta jednoho rozměru. V praxi to znamená redukci informace objemu mozkového nádoru do plošného 2D obrazu. Díky tomu hrozí nebezpečí nepřesného vyhodnocení 2D obrazu s možností přehlédnutí rezidua tumoru během operace. 3D ultrazvukové zobrazení by mělo toto nebezpečí minimalizovat. Principem metody je trojrozměrná rekonstrukce dvojrozměrných snímků (Goldberg, 2000; Holscher et al., 2008; Koivukangas et al., 1993). Trojrozměrný obraz vzniká jako počítačová rekonstrukce z řady za sebou ležících dvojrozměrných řezů. Podobný princip rekonstrukce se uplatňuje u jiných zobrazovacích metod (CT, MRI) (Wirtz et al., 1997). Operátor sondu během snímání posunuje lineárně, nakláněním apod. Údaje o odrazivosti signálu v jednotlivých rovinách jsou zaváděny do paměti přístroje, který provede prostorovou rekonstrukci vyšetřené oblasti. Rychlost rekonstrukce operačního pole se odehrává v několika vteřinách, což se blíží zobrazení 3D v reálném čase, které se technicky nazývá 4D zobrazení. Peroperační 3D zobrazení jsme vyzkoušeli u resekce cystického glioblastomu, abychom si ověřili jeho přednosti, a to hlavně lepší prostorovou orientaci ve srovnání s 2D zobrazením.

Kazuistika

Triapadesátiletá pacientka s dvoutměsíční anamnézou bolestí hlavy byla postupně vyšetřena a léčena praktickým lékařem a neurologem. Neurologickým vyšetřením zjištěna kolísající levostranná parietální ataxie na horní končetině. Parietální ataxie je způsobena nedostatkem senzitivních informací (dotek, tlak, hmat) z poškozeného parietálního laloku s následnou poruchou hybnosti končetiny. Bylo doplněno CT a MRI vyšetření v T1W a T2W zobrazeních s nálezem ložiskového expanzivního procesu parietálně vpravo vel. 58 × 47 × 52 mm a výrazným perifokálním edémem (obrázek 1). Radiologem nález hodnocen jako glioblastom. Glioblastom je maligní nádor mozkové tkáně s průměrnou dobou

Obrázek 1. Předoperační MRI v T1 koronární řez: glioblastom parietálně vpravo



technika vyšetření se u plošného a prostorového zobrazení na počátku výkonu nelišila. Sonda s kontaktním gelem byla sterilně přiložena přímo na mozkovou tkáň. Ostrže se zobrazila hyperechogenní tumorózní tkáň s hypoechogenními ostrůvky cyst. V různých modech bylo možné zobrazit okolní struktury, určit jejich vztah a vzdálenost od tumoru. Zobrazováním velikosti hyperechogenních hmot na začátku resekce a během ní byla sledována radikalita výkonu a změny anatomických poměrů v operačním poli a jeho okolí. Při plošném klasickém zobrazení musel operátor během resekce manipulovat opakovaně se sondou v různých rovinách několik minut a částečně dle vlastní představy hledat rezidua tumoru. 3D rekonstrukce po počátečním plošném zobrazení tumoru v koronární rovině vyžadovala jinou techniku zobrazení. Lineárním posunem sondy v koronární rovině se nasnímal celá oblast s tumorem. Během 4–5 vteřin se zobrazila hyperechogenní rekonstrukce tumoru v prostoru. Stejným způsobem byla během resekce detekována rezidua tumoru. Resekce byla ukončena až dutina zůstala ohraničena úzkou ostrou hyperechogenní linií do 2 mm podobně jako u 2D zobrazení. Po první praktické zkušenosti porovnáním obou technik zobrazení můžeme konstatovat, že detekce tumoru během celého výkonu byla u trojrozměrné rekonstrukce přehlednější, rychlejší a pro operátora jednodušší v souladu se zkušenostmi jiných pracovišť (Le Rou et al., 1994; Hartov et al., 2008). Několikasekundový lineární posun sondy nad operačním polem a přepočet plošného obrazu do prostoru nahradil opakovanou vždy několik minut trvající manipulaci sondou v operačním poli u 2D zobrazení. Tím se významně zlepšila prostorová orientace v průběhu celé

resekce. Minimalizovalo se riziko nesprávné subjektivní interpretace třetího rozměru operátorem a omezilo nebezpečí poškození okolní tkáně opakovaným pohybem sondy v operačním poli. Kontrolní pooperační MRI znázornilo resekční dutinu vyplněnou částečně hemostyptickým materiálem bez rezidua tumoru a neurologický nálezní pacientky se postupně zlepšil.

Závěr

Prostorová rekonstrukce ultrazvukového obrazu se nám při resekci glioblastomu přes malé zkušenosti osvědčila. Ukazuje se jako jednoduché, rychlé a dostatečně přesné peroperační zobrazení. Ve srovnání s 2D zobrazením nabízí lepší prostorovou představu o operované oblasti a eliminuje subjektivní prostorovou rekonstrukci prováděnou neurochirurgem. Předpokládáme, že po získání zkušeností tento typ vyšetření může hlavně na menších pracovištích nahradit nákladná zobrazení jako peroperační MRI či systémy typu sonowand a bude i úspěšně konkurovat technikám, které jsou ve stadiu klinických hodnocení.

Literatura

1. Filip M, Paleček T, Starý M, Lipina R, Mrůzek M, Školoudík D, Bár M, Hoffer R, Černý D, Doležilová V. Ultrazvukový peroperační monitoring glioblastomů v 2D obraze a reálném čase. *Čes. a Slov. Neurol. a Neurochir.* 2004; 67(100): 42–47.
2. Goldberg BG. Third dimension reveals word of new informations. *Diagn. Imaging* 2000; (Suppl): 20.
3. Gronningsaeter A, Kleven A, Ommedal S, Aarseth, TE, Lie T, Lindseth F, Lang T, Unsgård G. SonoWand an Ultrasound-based Neuronavigation System. *Neurosurgery* 2000; 47: 1373–1378.
4. Hartov A, Roberts DW, Paulsen KD. A Comparative Analysis of Coregistered Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging in Neurosurgery. *Neurosurgery* 2008; 62(3): 91–101.
5. Hölscher T, Ozgur B, Singel S, Wilkening WG, Mattrey RF, Sang H. Intraoperative Ultrasound Using Phase Inversion Harmonic Imaging: First Experiences. *Neurosurgery* 2008; 60(4): 382–387.

6. Hrazdira L, Skotáková J. 3D ultrasonografické vyšetření pohybového aparátu. *Acta Chirurgicae Orthopædicae et Traumatologiae Czechoslovakia* 2006; 72: 226–231.
7. Koivukangas J, Louhisalmi Y, Alakuijala J, Oikarinen J. Ultrasound-controlled neuronavigator-guided brain surgery. *J Neurosurg* 1993; 79: 36–42.
8. LeRoux PD, Winter TC, Berger MS, Mack LA, Wang K, Elliott JP. A comparison between preoperative magnetic resonance and intraoperative ultrasound tumor volumes and margins. *J Clin Ultrasound* 1994; 22: 29–36.
9. Rubin J, Dohrmann G. Intraoperative neurosurgical ultrasound in the localization and characterisation of intracranial masses. *Radiology* 1983; 148: 173–175.
10. Stummer W, Stocker S, Wagner S, Stepp H, Fritsch C, Goetz AE, Kieffmann R, Reulen HJ. Intraoperative detection of malignant gliomas by 5-aminolaevulinic acid – induced porphyrin fluorescence. *Neurosurgery* 1998; 42: 518–526.
11. Školoudík D, Majvald Č, Chudoba V. Možnosti diagnostiky tkáňových lézí mozku pomocí ultrazvuku. *Čes a Slov Neurol Neurochir* 1999; 3: 135–140.
12. Tanaka K, Ito K, Wagai T. The localisation of brain tumors by ultrasonic techniques. *J Neurosurg* 1965; 23: 135–147.
13. Unsgaard G, Gronningsaeter A, Ommedal S, Toril A, Hernes N. Brain operation guided by real-time two-dimensional ultrasound: new possibilities as a result of improved image quality. *Neurosurgery* 2002; 51: 402–412.
14. Voorhies RM, Engen I, Gamache F. Intraoperative localisation of subcortical brain tumors: further experience with B mode real time sector scanning. *Neurosurgery* 1983; 12: 189–193.
15. Wirtz CR, Bonsanto MM, Knauth M, Tronnier VM, Albert FK, Staubert A, Kunze S. Intraoperative magnetic resonance imaging to update interactive navigation in neurosurgery: Method and preliminary experience. *Comput Aided Surg* 1997; 2: 172–179.

MUDr. Michal Filip, Ph.D.

Neurochirurgie KNTB Zlín
Havlíčkovo nábřeží 600, 762 75 Zlín
filip@bnzlin.cz
