

Transkraniální sonografické vyšetření u pacientů s parkinsonským syndromem

MUDr. Monika Jelínková^{1,3}, doc. MUDr. David Školoudík, Ph.D., FESO^{1,2},
MUDr. Petra Bártová, Ph.D.¹, prof. MUDr. Petr Kaňovský, CSc.²

¹Neurologická klinika FN Ostrava

²Neurologická klinika LF UP a FN Olomouc

³Neurologické oddělení Nemocnice s poliklinikou Karviná Ráj

Autoři prezentují možnosti využití transkraniálního sonografického vyšetření mozkového parenchymu u pacientů s neurodegenerativním onemocněním. V článku je popsána technika vyšetření, technické parametry a sonografickými nálezy u pacientů s Parkinsonovou nemocí, multisystémovou atrofií, progresivní supranukleární paralýzou a kortikobazální degenerací.

Klíčová slova: neurodegenerativní onemocnění, transkraniální sonografie, Parkinsonova nemoc, multisystémová atrofie, progresivní supranukleární paralýza, kortikobazální degenerace, substantia nigra, nucleus lenticularis, nucleus caudatus, nuclei raphé.

Transcranial sonography with Parkinson's syndrome

The authors present possibilities of the use of transcranial sonography of brain parenchyma in patients with movement disorders. In the article is described the technique of examination, technical parameters and sonographic findings in patients with Parkinson's disease, multiple-system atrophy, progressive supranuclear palsy and corticobasal degeneration.

Key words: movement disorders, transcranial sonography of brain parenchyma, Parkinson's disease, multiple system atrophy, progressive supranuclear palsy, corticobasal degeneration, substantia nigra, nucleus lenticularis, nucleus caudate, brainstem raphe.

Neurol. praxi 2014; 15(1): 39–42

Seznam zkratk

CBD – kortikobazální degenerace

CT – počítačová tomografie

MR – magnetická rezonance

MSA – multisystémová atrofie

NC – nucleus caudatus

NL – nucleus lenticularis

NR – nucleus raphi

PET – pozitronová emisní tomografie

PN – Parkinsonova nemoc

PSP – progresivní supranukleární obrna

SN – substantia nigra

SPECT – jednofotonová emisní počítačová tomografie

TCS – transkraniální sonografie

kového parenchymu, např. mozkového kmene nebo komorového systému, pomocí transkraniální duplexní sonografie. První studie ukázaly možnosti sonografického zobrazení tumorů mozku či intracerebrálního krvácení (Aaslid et al., 1986).

V roce 1995 Georg Becker a kolektiv (1995) poprvé popsali specifický sonografický nález u Parkinsonovy nemoci – hyperechogenní substantia nigra. Tímto nálezem začala nová éra transkraniální sonografie (TCS). Postupně byly popsány charakteristické nálezy u dalších neurodegenerativních onemocnění, jako například u idiopatické dystonie či Huntingtonovy nemoci (Naumann et al., 1996; Postert et al., 1999). V současné době jsou dnešní moderní ultrazvukové systémy schopny zobrazit mozkové struktury s vysokým rozlišením; rozlišovací schopnost je udávána okolo 1 mm. (* Pozn. autorů – v neurosonologické laboratoři FN Ostrava se vyšetřuje na ultrazvukovém přístroji ESAOTE My Lab Twice.)

Ve srovnání s konvenčními neurovizuálními metodami, jako je např. počítačová tomografie nebo magnetická rezonance, spočívají výhody TCS v nízkých nákladech, krátkých časech vyšetření, neinvazivnosti, neomezené opakovatelnosti, možnosti provádění vyšetření přímo u lůžka pacienta a nižší závislosti na pacientově spolupráci. Nevýhodou je závislost na kvalitě akustických oken lebeční kosti, která nedovo-

luje dostatečně kvalitně zobrazit intrakraniální struktury u 10–20% pacientů (Becker et al., 2001). Dalším omezením je závislost na dovednostech a zkušenosti vyšetřujícího (Walter et al., 2007).

Důležitým faktorem, který hraje ve prospěch TCS vyšetření, je použití odlišného fyzikálního principu (odraz ultrazvukových vln na rozhraní s různými akustickými impedancemi) než u jiných neurovizuálních metod (CT, MR, PET, SPECT apod.), čímž dokáže poskytnout nová a doplňující zjištění. V některých případech dokáže TCS zobrazit i léze, které nejsou detekovatelné na CT nebo MR, díky čemuž se zdá použití TCS pro včasné rozpoznání a diferenciální diagnostiku neurodegenerativních nemocí velmi slibné.

Technické parametry a metodika

Při vyšetření leží pacient na zádech (v supinované pozici), vyšetřující obvykle sedí v čele vyšetřovacího lůžka. Vyšetření je prováděno skrz střední či zadní transtemporální akustické okno v transverzálním řezu. Postupně je zobrazován mozkový kmen, bazální ganglia a komorový systém v mezencefalickém, talamickém řezu a řezu cella media. Cerebelární řez je využíván pro zobrazení mozečku. Obvykle se volí následující ultrazvukové parametry: nosné frekvence 2–4 MHz, penetrační hloubka 14–16 cm se zobrazením kontralaterální kosti, dynamickým rozsahem 45–55 dB, pomocí

Úvod

Do 80. let 20. století byla intaktní lebka považována za nepřekonatelnou bariéru pro získání sonografických snímků mozku u dospělých. Až v roce 1982 Rune Aaslid dokázal získat dopplerovský signál z intrakraniálních tepen pomocí speciální 2MHz dopplerovské sondy. V následujících letech se začala rozvíjet transkraniální dopplerovská sonografie, která začala nabývat na významu v diagnostice cerebrovaskulárních onemocnění, především v detekci vazospasmů u subarachnoidálního krvácení. Počátkem 90. let 20. století se objevují první zprávy o možnosti zobrazení struktur moz-

Tabulka 1. Semikvantitativní hodnocení stupně echogenity

Stupeň I (anechogenní)	nelze odlišit od anechogenní struktury mozkového kmene
Stupeň II (lehce echogenní)	lze s obtížemi odlišit od anechogenní struktury mozkového kmene
Stupeň III (echogenní)	jasně odlišitelná od anechogenního kmene, ale nedosahuje echogenity perimezencefalických cisteren
Stupeň IV (hyperechogenní)	echogenita odpovídá echogenitě perimezencefalických cisteren
Stupeň V (vysoce hyperechogenní)	echogenita odpovídá kalcifikaci (např. v epifýze)

Tabulka 2. Šíře komorového systému měřeného pomocí transkraniální sonografie

Třetí komora	normální nález: ve věku 20–60 let: šířka < 7 mm nad 60 let: šířka < 10 mm abnormální nález: ve věku 20–60 let: šířka ≥ 7 mm nad 60 let: šířka ≥ 10 mm
Frontální roh postranní komory	normální nález: ve věku 20–60 let: šířka < 17 mm nad 60 let: šířka < 20 mm abnormální nález: ve věku 20–60 let: šířka ≥ 17 mm nad 60 let: šířka ≥ 20 mm

Tabulka 3. Typické nálezy TCS u pacientů ve věku nad 60 let a u pacientů s Parkinsonovou nemocí (PN), multisystémovou atrofií (MSA), progresivní supranukleární obrnou (PSP) a kortikobazální degenerací (CBD)

	Hyperechogenita subst. nigra	Hyperechogenita ncl. lenticularis	Hyperechogenita ncl. caudatus	Dilatace 3. komory	Dilatace postranní komory
Normální nález (věk nad 60 let)	+	+	+	(+)	+
PN	+++	+	++	(+)	+
MSA	(+)	+++	++	–	(+)
PSP	+	+++	+++	+++	++
CBD	+++	+++	+++	–	–

Symbole označují frekvenci abnormálních nálezů v publikovaných studiích (– – dosud nenalezeno; (+) – zřídka nalezeno; + – sporadicky; ++ – častý výskyt; +++ – téměř vždy nalezeno)

zvětšení „zoom“ se zobrazí detailně hodnocená oblast – mezencefalon, bazální ganglia, talamus. Axiální rozlišení se pohybuje mezi 0,5–1,0 mm, laterální rozlišení mezi 1,0–3,0 mm.

Hodnotí se echogenita následujících struktur: substantia nigra (SN), nucleus lenticularis (NL), nucleus caudatus (NC), nuclei raphe (NR), talamus. Echogenita se hodnotí ve 3 nebo 5 stupních (tabulka 1). Dále se měří šíře třetí komory a frontálního rohu postranní komory (tabulka 2).

Struktury v úrovni mezencefalického řezu

Vyšetření začíná zobrazením anechogenního mozkového kmene, mezencefala, v transverzálním řezu souběžně s tzv. „orbitomeální linií“ (obrázek 1). Motýlkovitý obraz mozkového kmene je ohraničený hyperechogenními bazálními cisternami a lze jej zobrazit u 90–95 % jedinců. V této úrovni je posuzována echogenita ipsilaterální SN, ipsilaterálního nucleus ruber a středových nuclei raphe. SN se obvykle zobrazí jako „skvrnitý“ echogenní signál v oblasti toho jádra. Pro správné hodnocení je nutno SN vizualizovat tak zřetelně, jak je to jen možné.

Jelikož je kvantifikace echogenity SN obtížná, je možné snadno provést buď semikvantitativní hodnocení s použitím stupně echogenity (tabulka 1) nebo lépe planimetrická měření echogenní plochy SN. Patologický nález SN je definován jako rozšířená hyperechogenní oblast ve srovnání s normálním nálezem. Pro měření obsahu SN je vhodné po zmrazení obrazu provést dvoj- až trojnásobné zvětšení (zoom) mezencefalického mozkového kmene a echogenní signály SN manuálně ohraničit kurzorem s automatickým výpočtem velikosti echogenní oblasti SN. Pro planimetrická měření je zvětšení mozkového kmene velmi důležité, neboť umožňuje přesnější ohraničení echogenních struktur.

Echogenní rozměry SN menší než 0,20 cm² jsou považovány za normální, neboť u rozměrů o velikosti 0,20 cm² a více bylo zjištěno, že představují horních 25 % u normální populace (Berg et al., 1999). Rozměry o velikosti 0,25 cm² a výše představují horních 10 % u normální populace jsou klasifikovány jako patologické – významně hyperechogenní.

Existuje zde několik zdrojů chyb zobrazení, ke kterým je nutno přihlídnout jako například hyperechogenní pronikající arterie nebo reverberační echa bazálních cisteren obklopujících mezencefalický mozkový kmen. Echogenita NR je hodnocena semikvantitativně s použitím vysoce echogenních nucl. ruber nebo intenzity bazálních cisteren, jakožto referenčních bodů (Becker et al., 1994; Berg et al., 1999). Za normálních okolností se NR popisuje jako hyperechogenní linie s echogenitou, která se shoduje s linií nucleus ruber (stupeň 2).

Struktury v úrovni cerebelárního řezu

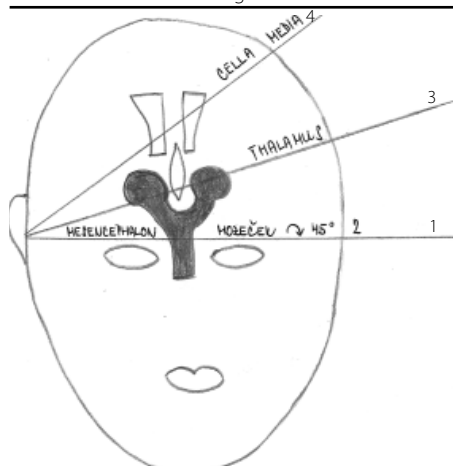
Z mezencefalického řezu je možné provést zobrazení struktur zadní jámy pomocí stočení sondy v dorzální části směrem kaudálně přibližně o 45° a nakloněním směrem kranálně přibližně o 10–15°. Parametrická nastavení ultrazvukového systému zůstávají nezměněna. Cerebelární parenchym a cerebelární fissury lze detekovat i u zdravých subjektů. U pacientů se spinocerebelární atrofií je echogenita, jak cerebelární bílé hmoty, tak největšího mozečkového jádra (nucleus dentatus) vyšší ve srovnání se zdravými jedinci (Postert et al., 2004). Čtvrtou komoru je možné identifikovat jako hypoechogenní až anechogenní cirkulární strukturu, obvykle je čárkovitá.

Struktury v úrovni talamického řezu

Z mezencefalického řezu se přes talamus dosáhne vychýlení ultrazvukové sondy o 10° kranálně. V tomto řezu lze měřit šíři třetí komory a frontálního rohu kontralaterální postranní komory. K zajištění přesného a opakovatelného měření šířek komor je nutno měřit vzdálenost od echogenní ipsilaterální linie ke kontralaterální echogenní linii endymu komory. Normální hodnoty dle věku jsou uvedeny v tabulce 2. Z výsledků studií vyplývá, že TCS měření šíře mozkových komor dobře koreluje s měřením pomocí CT nebo MR (Postert et al., 1999; Seidel et al., 1995; Walter et al., 2004).

Dále lze v tomto řezu semikvantitativně hodnotit echogenitu kontralaterálního talamu, kontralaterálních NL a NC. Za normálních okolností jsou tyto struktury izoechogenní vzhledem k okolnímu mozkovému parenchymu (stupeň 1). Někdy je možné detekovat hranice ipsilaterální vnitřní kapsuly, umožňující oddělení talamu od NL. Mírná (stupeň 2) nebo výrazná (stupeň 3) hyperechogenita talamu, NL, NC ve srovnání s okolní bílou hmotou se považuje za abnormální (Naumann et al., 1996; Postert et al., 1999). Pro další kvantifikaci může být velikost echogenní oblasti dané struktury, a to zejména NL, měřena podobně jako u SN.

Obrázek 1. Schematické zobrazení axiálních sekcí transkraniální sonografií



1 – úroveň středního mozku; 2 – úroveň mozečku (sonda je stočena o 45° kaudálně a dorzálně); 3 – úroveň talamu; 4 – úroveň cella media

Struktury v úrovni řezu cella media

Nakloněním sondy více kraniálně s úhlem snímání přibližně 25° je možné vizualizovat střední část kontralaterální postranní komory (cella media). Mezi echogenními vnitřními vrstvami ependymu je možné provést měření šířky komory.

Využití TCS u neurodegenerativních onemocnění

Parkinsonova nemoc

Becker, a kol. publikovali v roce 1995 jako první výsledky studie prokazující možnost detekce hyperechogenní substantia nigra (SN) u pacientů s idiopatickou Parkinsonovou nemocí (PN). Následné studie prokázaly hyperechogenní SN u 91–100% pacientů s Parkinsonovou nemocí. Toto zjištění je vysoce charakteristické pro idiopatickou PN a předpokládá se, že odráží zvýšené množství železa, navázané na jiné proteiny než na ferritin v SN (Berg et al., 1999c). Hyperechogenní SN je větší kontralaterálně ke klinicky více postižené straně

(Berg et al., 2001). Hyperechogenní SN u PN je tedy nutno považovat za zvláštní rys představující predispozici k nemoci než za základní rys odrážející změny ve struktuře SN s ohledem na postupující ztrátu buněk nebo pokračující akumulaci toxických látek odpovídající progresi nemoci v čase. Hyperechogenní SN lze rovněž detekovat u přibližně 8–14% normálních subjektů všech věkových skupin v rozmezí od 16 do 83 let (Berg et al., 2001c; Berg et al., 2001a).

Studie u novorozenců a dětí však prokázaly, že novorozenci pravidelně vykazují hyperechogenní SN, která se v průběhu prvních let života významně snižuje a přibližuje se úrovní dospělých do věku 16 let (Iova et al., 2004). Příčina není zatím objasněna. Pouze u 1–2% starších 60 let se nakonec vyvine PN, nicméně neuropatologické nálezy ukazují, že přibližně 10% subjektů starších 60 let dosahuje nesymptomatických fází PN s přítomností Lewyho tělísek a známek neurodegenerace (Fearnly et al., 1991). Tento výskyt odpovídá frekvenci hyperechogenní SN v normální populaci. Jelikož se poměr jednotlivců s hyperechogenitou SN nemění u dospělých v závislosti na věku (Berg et al., 1999a), u starších pacientů s hyperechogenitou SN bez diagnostikované extrapyramidální poruchy, se častěji projeví příznaky motorické retardace a v některých případech i typická PN než je tomu u pacientů s normální echogenitou SN (Berg et al., 2001a). Navíc tito pacienti vykazovali extrapyramidové symptomy při aplikaci neuroleptické terapie pro jinou diagnózu. Tato klinická pozorování dokládají funkční relevanci hyperechogenity SN u zdravých dospělých. Také studie PET u klinicky zdravých subjektů ve věku kolem 30 let se zřetelnou hyperechogenitou SN odhalily sníženou striatální 18F-dopa absorpci u 60% případů s indikací funkčního zhoršení nigrostriatálního systému, a to i několik desetiletí života před možným klinickým projevem parkinsonismu (Berg et al., 1999a)

U asymptomatických nositelů Parkin mutace byla hyperechogenita SN také spojována s abnormální nigrostriatální PET (Walter et al., 2004b). Navíc u subjektů s idiopatickou olfaktorickou dysfunkcí, nicméně bez PN, kteří vykazovali hyperechogenitu SN, odhalilo vyšetření 123 I-FP-CIT SPECT změnu nigrostriatálního dopaminergního systému v 70% případů (Sommer et al., 2004).

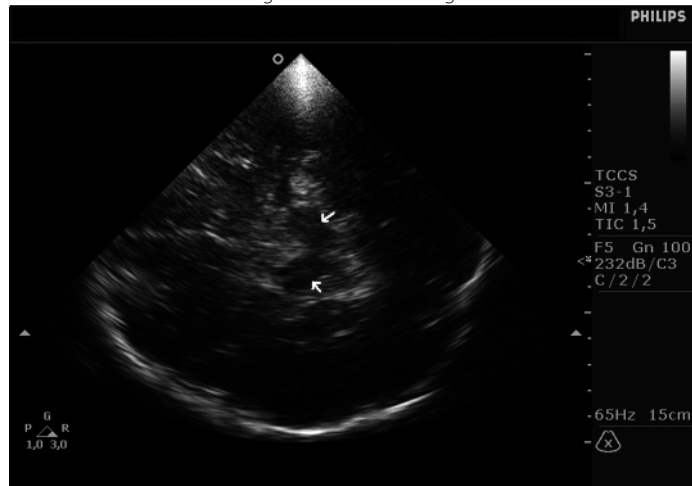
Progresivní supranukleární paralýza a kortikobazální degenerace

Výrazná hyperechogenita SN a šířka třetí komory menší než 10 mm rozliší kortikobazální degeneraci (CBD) od progresivní supranukleární paralýzy (PSP) až u 94% měřitelných pacientů. Pokud je přítomna výrazná hyperechogenita bilaterální SN, progresivní supranukleární paralýza je vyloučena s pozitivní prediktivní hodnotou 100% (Walter et al., 2004a). Naopak rozšíření třetí komory nad 10 mm ukazuje PSP s pozitivní prediktivní hodnotou 100%. Překrývání se symptomů u CBD a PSP často způsobuje problémy v klinické diferenciaci těchto nemocí. PSP je nejčastější patologická diagnóza v případech klinicky chybně diagnostikované CBD.

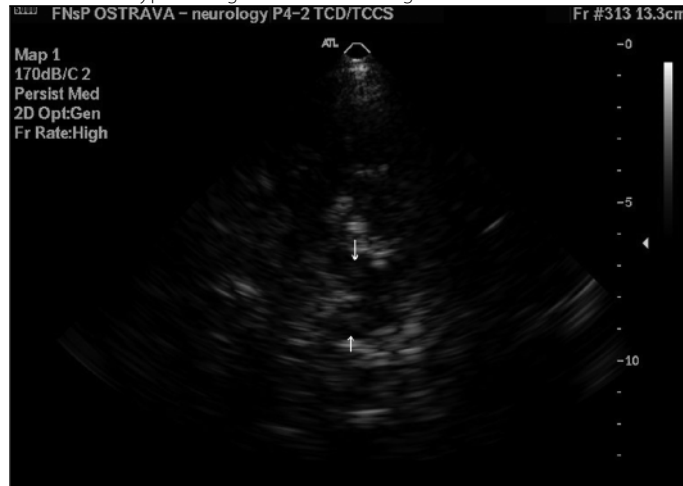
Hyperechogenní SN byla popisována jako velmi charakteristický nález u idiopatické PN na rozdíl od multisystémové atrofie (MSA) a progresivní supranukleární paralýzy, kde je echogenita SN často normální. Obvykle bývá u pacientů s PSP echogenní velikost SN 0,15 cm², zatímco echogenní velikost SN 0,31 cm² u pacientů s CBD bývá dokonce větší než idiopatické PN.

Walter, a kol. (2004a) ve své studii prokázali, že pro rozlišení CBD a PSP lze využít měření echogenity SN, a to i u pacientů ve velmi raných stadiích nemoci. Měření šíře třetí komory lze využít jako přídatný faktor. Asi u 80% pacientů s CBD a PSP lze pomocí TCS detekovat hyperechogenní NL. Tento nález ve spojení se zvýšením intenzity

Obrázek 2. Normální echogenita substantia nigra



Obrázek 3. Hyperechogenní substantia nigra



v globus pallidus na T2-vážených MR sekvencích je charakteristický pro CBD a PSP. Hyperechogenní NL a NC patří k typickým nálezům u pacientů s PSP, díky kterým lze toto onemocnění odlišit od idiopatické PN. Neurodegenerace globus pallidus u CBD a PSP může být spojena se změnami profilu železo vázajících proteinů, které vedou k hyperechogenitě při sonografickém vyšetření.

Multisystémová atrofie

U pacientů s klinicky pravděpodobnou multisystémovou atrofií (MSA) bylo zjištěno hyperechogenní NL, které je popisováno u 72–82 % pacientů s MSA a PSP, avšak pouze u 10–25 % pacientů s PN (Behnke et al., 2005). Hyperechogenita NL u pacientů s MSA a PSP byla spojena s významným poklesem relaxačního času MRI-T2 globus pallidus, kdežto TCS a MRI nálezy NL byly u pacientů s Parkinsonovou nemocí normální (Berg et al., 2000b).

Esenciální tremor

Esenciální tremor je nejběžnější extrapyramidové onemocnění. Klinicky může být někdy obtížné rozlišovat mezi esenciálním tremorem a tremor-dominantní Parkinsonovou nemocí (PN), a to zejména v raných stádiích této choroby. Byla provedena studie s ohledem na posouzení užitečnosti TCS při odlišení pacientů s esenciálním tremorem od pacientů s idiopatickou PN (Niehaus et al., 2004). U pacientů s esenciálním tremorem byla zjištěna hyperechogenní SN jen u 10 % pacientů, což je shodné s výskytem v běžné populaci. Ostatní TCS nálezy byly u těchto pacientů v normě.

Závěr

Transkraniální sonografické nálezy pomáhají včasnému rozpoznání a rozlišení jednotlivých typů parkinsonských syndromů. Díky možnosti semi-quantitativního hodnocení echogenity SN, NL, NC,

NR, nucleus dentatus, talamu a šíře komorového systému lze zpřesnit diagnostiku a diferenciální diagnostiku jednotlivých parkinsonských syndromů. Důležitým faktorem, který omezuje širší použití TCS v běžné klinické praxi, je však závislost kvality obrazu v B–modu na kvalitě kostního okna, používáním ultrazvukové přístroje, dovednosti a zkušenosti vyšetřujícího. Dalším limitujícím faktorem je dosud nedostatek standardizace a srovnání nálezů TCS získaných z různých ultrazvukových systémů. Do budoucna by tyto nevýhody stran hodnocení echogenity bazálních ganglií mohly vyřešit automatické počítačové programy a fúze ultrazvukového a MR či CT obrazu.

Literatura

1. Aaslid R, Eden A, Ringelstein EB. Eds. Transcranial Doppler Sonography. Wien: Springer, 1986.
2. Becker G, Seufert J, Bogdahn U, Reichmann H, Reiners K. Degeneration of substantia nigra in chronic Parkinson's disease visualized by transcranial color-coded real-time sonography. *Neurology* 1995; 45: 182–184.
3. Naumann H, Becker G, Toyka KV, Supprian T, Reiners K. Lenticular nucleus lesion in idiopathic dystonia detected by transcranial sonography. *Neurology* 1996; 47: 1284–1290.
4. Postert T, Lack B, Kuhn W, Jergas M, Andrich J, Braun B, Przuntek H, Sprengelmeyer R, Agelink M, Büttner T. Basal ganglia alterations and brain atrophy in Huntington's disease depicted by transcranial real time sonography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999; 67: 457–462.
5. Walter U, Behnke S, Eyding J, Niehaus L, Postert T, Seidel G, Berg D. Transcranial brain parenchyma sonography in movement disorders: State of the art. *Ultrasound Med Biol* 2007; 33: 15–25.
6. Berg D, Becker G, Zeiler B, Tucha O, Hofmann E, Preier M, Benz P, Jost W, Reiners K, Lange KW. Vulnerability of the nigrostriatal system as detected by transcranial ultrasound. *Neurology* 1999; 53: 1026–1031.
7. Becker G, Struck M, Bogdahn U, Becker T. Echogenicity of the brainstem raphe in patients with major depression. *Psychiatry Res* 1994; 55: 75–84.
8. Berg D, Supprian T, Hofmann E, Zeiler B, Jäger A, Lange KW, Reiners K, Becker T, Becker G. Depression in Parkinson's disease: brainstem midline alteration on transcranial sonography and magnetic resonance imaging. *J Neurol* 1999; 246: 1186–1193.
9. Postert T, Eyding J, Berg D, Przuntek H, Becker G, Finger M, Schöls L. Transcranial sonography in spinocerebellar ataxia type 3. *J Neural Transm* 2004; 68(Suppl): 123–133.

10. Seidel G, Kaps M, Gerriets T, Hutzelmann A. Evaluation of the ventricular system in adults by transcranial duplex sonography. *J Neuroimaging* 1995; 5: 105–108.
11. Walter U, Dressler D, Wolters A, Probst T, Grossmann A, Bencke R. Sonographic discrimination of corticobasal degeneration vs progressive supranuclear palsy. *Neurology* 2004; 63: 504–509.
12. Naumann M, Becker G, Toyka KV, Supprian T, Reiners K. Lenticular nucleus lesion in idiopathic dystonia detected by transcranial sonography. *Neurology* 1996; 47: 1284–1290.
13. Berg D, Grote C, Rausch WD, Mäurer M, Wesemann W, Riederer P, Becker G. Iron accumulation of the substantia nigra in rats visualized by ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 1999c; 25: 901–904.
14. Berg D, Siefker C, Becker G. Echogenicity of the substantia nigra in Parkinson's disease and its relation to clinical findings. *J Neurol* 2001; 8: 684–689.
15. Berg D, Siefker C, Ruprecht-Dorfler P, Becker G. Relationship of substantia nigra echogenicity and motor function in elderly subjects. *Neurology* 2001a; 56: 13–17.
16. Iova A, Garmashov A, Androuchtchenko N, Kehrner M, Berg D, Becker G, Garmashov Y. Postnatal decrease in substantia nigra echogenicity. Implications for the pathogenesis of Parkinson's disease. *J Neurol* 2004; 251: 1451–1454.
17. Fearnly JM, Lees AJ. Ageing and Parkinson's disease: Substantia nigra regional selectivity. *Brain* 1991; 114: 2283–2301.
18. Walter U, Klein C, Hilker R, Bencke R, Pramstaller PP, Dressler D. Brain parenchyma sonography detects preclinical parkinsonism. *Mov Disord* 2004; 19: 1445–1449.
19. Sommer U, Hummel T, Cormann K, Mueller A, Frasnelli J, Kropp J, Reichmann H. Detection of presymptomatic Parkinson's disease: Combining smell tests, transcranial sonography, and SPECT. *Mov Disord* 2004; 19: 1196–1202.
20. Behnke S, Berg D, Naumann M, Becker G. Differentiation of Parkinson's disease and atypical parkinsonian syndromes by transcranial ultrasound. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005; 76: 423–425.
21. Berg D, Naumann M, Hoggemüller U. Differences of echogenicity and T2 relaxation time of the nucleus lentiformis in MSA and PSP as compared to Parkinson's disease. *Mov Disord* 2000; 15(Suppl 3): 206–207.
22. Niehaus L, Savyer N, Weber U, Hertel R. Brain parenchyma sonography in patients with Essential tremor and Parkinson's disease. *Cerebrovasc Dis* 2004; 17(Suppl 4): 3.

Článek doručen redakci: 23. 2. 2012

Článek přijat k publikaci: 28. 3. 2012

MUDr. Monika Jelínková

Neurologická klinika FN Ostrava
17. listopadu 1790, 708 52 Ostrava
monjel@centrum.cz