

Selekce pacientů s normotenzním hydrocefalem k implantaci shuntu

MUDr. Václav Vybíhal, Ph.D.¹, MUDr. Ing. Tomáš Svoboda¹, MUDr. Karel Máca, Ph.D.¹, MUDr. Marek Sova¹, MUDr. George Hanoun¹, prof. MUDr. Martin Smrčka, Ph.D., MBA¹, PhDr. Radka Neužilová Michalčáková, Ph.D.²

¹Neurochirurgická klinika, LF MU a FN Brno

²Neurologická klinika, LF MU a FN Brno

Úvod: Autoři prezentují možnosti využití lumbálního infuzního testu a zevní lumbální drenáže u pacientů s normotenzním hydrocefalem k selekci pacientů ke zkratové operaci.

Materiál a metodika: Od roku 2003 do roku 2011 bylo indikováno ke zkratové operaci 82 pacientů. Jejich průměrný věk byl 66,8 roků. V souboru bylo 44 (53,7 %) mužů a 38 žen (46,3 %). Lumbální infuzní test byl proveden u 77 pacientů, zevní lumbální drenáž u 22 operovaných a oba testy byly provedeny u 17 nemocných.

Výsledky: Lumbální infuzní test předpověděl správně efekt operace v 78,3 % a zevní lumbální drenáž v 90,9 %. Pět pacientů s negativním výsledkem lumbálního infuzního testu bylo zlepšeno po zevní lumbální drenáži.

Závěr: Výhodou lumbálního infuzního testu je jeho minimální invazivita a malá časová náročnost, ale nevýhodou menší výtěžnost ve srovnání se zevní lumbální drenáží. Proto u pacientů s negativním nebo hraničním výsledkem lumbálního infuzního testu doporučujeme vyšetřovací protokol doplnit o zevní lumbální drenáž.

Klíčová slova: lumbální infuzní test, zevní lumbální drenáž, normotenzní hydrocefalus, shunt.

Selection of patients with normal pressure hydrocephalus for shunt placement

Introduction: The authors present the possibility of using lumbar infusion test and external lumbar drainage in patients with normal pressure hydrocephalus to select patients for shunt placement.

Material and methods: 82 patients were indicated for the shunt implantation from 2003 to 2011. Their mean age was 66.8 years. The group included 44 (53.7 %) men and 38 women (46.3 %). Patients were tested by lumbar infusion test in 77 cases, by external lumbar drainage in 22 patients, and both the above mentioned tests were carried out in 17 subjects.

Results: Lumbar infusion test predicted correctly the effect of the surgery in 78.3 % and external lumbar drainage in 90.9 %. 5 patients with negative lumbar infusion test were improved after external lumbar drainage.

Conclusion: Lumbar infusion test and external lumbar drainage methods are useful in predicting the effect of shunt implantation, but the disadvantage is lower benefit as compared with external lumbar drainage. Therefore, in patients with negative lumbar infusion test or results close to the threshold we recommend to complete diagnostic algorithm by external lumbar drainage.

Key words: lumbar infusion test, external lumbar drainage, normal pressure hydrocephalus, shunt.

Neurol. praxi 2014; 15(1): 43–46

Seznam zkratk

CSF – mozkomíšní mok (cerebrospinal fluid)

ELD – zevní lumbální drenáž (external lumbar drainage)

ICP – intrakraniální tlak (intracranial pressure)

LIT – lumbální infuzní test (lumbar infusion test)

NPH – normotenzní hydrocefalus (normal pressure hydrocephalus)

Úvod

Normotenzní hydrocefalus (NPH) je specifickou formou komunikujícího hydrocefalu, kdy je dilatace komorového systému doprovázená různě vyjádřenou klinickou trias sestávající se z poruchy chůze, demence a poruchy sfinkterových funkcí při normálním tlaku mozkomíšního moku (CSF) při lumbální punkci (60–240 mm vodního sloupce, respektive 4,4 mmHg až 17,7 mmHg).

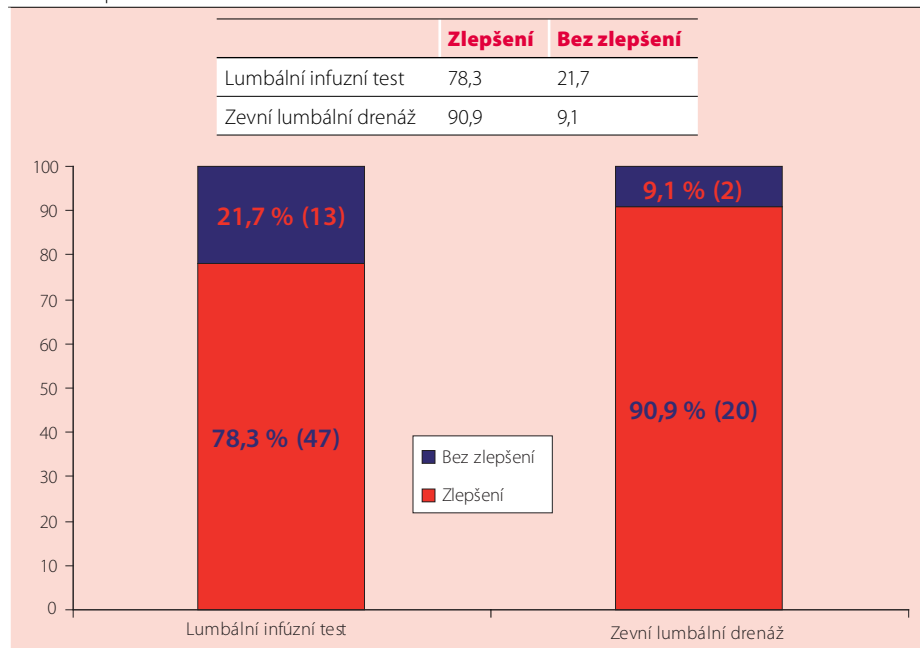
Poprvé se termín NPH objevuje v doktorské práci dr. Salomóna Hakima v roce 1964 (Hakim, 1964). Za mezník je pak považován v anglickém písemnictví článek dr. Adamse, kde je jako spoluautor uveden dr. Hakim (Adams et al., 1965). Zde byl autory popsán specifický syndrom – rozšířený komorový systém bez známek elevovaného intrakraniálního tlaku (ICP) klinicky se projevující poruchou chůze, demencí a inkontinencí. Porucha chůze bývá také označována jako frontální apraxie chůze (těž astázie-abázie, bazofobie, lakunérská chůze). Kognitivní profil u pacientů s NPH připomíná subkortikální demence. Je charakteristický poruchou pozornosti, zpomalením myšlenkového procesu, apatií, netečností, poruchou učení, ztrátou motivace a poruchou paměti (Relkin et al., 2005). Inkontinence je nejméně prozkoumána z klasické trias. V počátečních stádiích choroby se objevuje zvýšená

frekvence a urgence močení bez inkontinence (Relkin et al., 2005). Později s progresí se může změnit na močovou inkontinenci intermitentní či trvalou. V pozdním stadiu se lze vzácně setkat i s inkontinencí stolice.

NPH může být sekundární následkem chorobných procesů způsobujících zánětlivé změny arachnoidey, jako je například subarachnoidální krvácení, trauma, nádory nebo záněty. Pokud příčina není známá, bývá pak označován jako idiopatický. Patofyziologie vzniku NPH není zcela jasná. V poslední době je nejvíce uznávanou teorií hydrodynamický koncept (Greitz, 2004), který předpokládá, že zvýšený tlak likvorových pulzací v komorách bez zvýšení nitrokomorového tlaku CSF může způsobit komunikující hydrocefalus.

NPH postihuje převážně vyšší věkové skupiny, kdy s postupujícím věkem přibývá komorbidit, z nichž některé mohou napodobovat přízna-

Graf 1. Srovnání výsledků lumbálního infuzního testu a zevní lumbální drenáže v predikci efektu zkratové operace



ky NPH. Na významu pak nabývá diferenciální diagnostika a problémem se stává přesné určení pacientů, kteří by mohli profitovat ze zamýšlené zkratové operace (Bradley et al., 1991). Pouhá selekce pacientů na základě klinického vyšetření a nálezu na zobrazovacích metodách nebyla příliš přesná (Vanneste et al., 1993). Predikce efektu zkratové operace se pohybovala na základě pouze klinických příznaků mezi 27 % až 53 % a v kombinaci s CT vyšetřením dosahovala 58 %. Proto bylo do klinické praxe zavedeno několik suplementárních (funkčních) testů, jejichž účelem je zvýšit prediktivní hodnotu efektu zkratové operace. Mezi nejvíce rozšířené patří tzv. tap test, neboli jednorázové (některými autory popřípadě i opakované) odpouštění CSF, dále lumbální infuzní test (LIT) se stanovením tzv. výtokového odporu a zevní lumbální drenáž (ELD). Poslední dva zmiňované testy jsou v současnosti považovány za nejvíce senzitivní a specifické testy (Marmarou et al., 2005). Kromě těchto tří nejvíce rozšířených testů byla k predikci efektu implantace shuntu v literatuře zmiňována dříve izotopová cisternografie (Vanneste et al., 1992), monitorace ICP se stanovením frekvence B-vln ve formě statické s rozporupnými výsledky (Williams et al., 1998) nebo nadějně nově ve formě dynamické (Eide et Sorteberg, 2010) aj.

Cílem práce je posoudit přínos LIT a ELD v selekci pacientů ke zkratové operaci.

Materiál a metodika

Od počátku roku 2003 do konce roku 2011 bylo na naší klinice indikováno celkem 82 nemocných s normotenzním hydrocefalem ke zkratové

operaci. Průměrný věk operovaných byl 66,8 roků (medián 67,2 roků). 54 (65,9 %) pacientů bylo s idiopatickým NPH a 28 (34,1 %) pacientů bylo se sekundárním NPH. V souboru bylo 44 (53,7 %) mužů a 38 žen (46,3 %). LIT (popřípadě ventrikulární infuzní test) byl proveden u 77 pacientů, ELD (popřípadě zevní komorová drenáž) u 22 pacientů a oba testy byly provedeny u 17 pacientů.

Klinické vyšetření pacientů spočívalo ve vyšetření chůze, kdy od roku 2007 provádíme tzv. 10metrový walking test včetně videodokumentace. Kognitivní poruchu jsme dokumentovali dříve pomocí MMSE (Mini-Mental State Examination). Vzhledem k jeho určitým limitacím používáme od roku 2007 Addenbrookský kognitivní test v české verzi.

Všichni pacienti podstoupili vyšetření zobrazovací metodou – výpočetní tomografií nebo magnetickou rezonancí, kterou standardně provádíme u všech pacientů od roku 2007, pokud nejsou žádné důvody bránící jejímu uskutečnění.

Pacienti byli testováni za použití LIT a od roku 2008 i pomocí ELD zavedenou do klinické praxe Haanem a Thomeerem v roce 1988 (Haan et Thomeer, 1988). Pokud provádíme oba testy současně, tak pomocí Tuohyho spinální jehly G18 sloužící k zavedení spinálního katétru nejprve provádíme LIT a po jeho dokončení přes ni zavádíme zevní lumbální drenáž. Pokud provádíme pouze LIT, používáme spinální jehly s Quinceho zbroušením síly G19.

Při LIT po ustálení vstupního tlaku začneme aplikovat fyziologický roztok rychlostí 1,5 ml·min⁻¹. Využíváme Katzmanovu techniku (Katzman et Hussey, 1970) s dosažením tzv.

„steady-state“, kdy je tlak v komorovém systému ustálen po dobu 5 minut či mírně osciluje kolem určité hodnoty. Snažíme se nepřekračovat hodnotu 50 mmHg. Pokud tlak vystoupá do této výše nebo se objeví klinické potíže – bolesti hlavy, parestezie dolních končetin či jiné, test pak předčasně ukončujeme. Za fyziologickou hodnotu výtokového odporu považujeme 12 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹. Výtokový odpor pak vypočítáváme podle vzorce:

$$R_{out} = \frac{P_{max} - P_o - P_{syst}}{IR}$$

kde R_{out} je výtokový odpor v mmHg·ml⁻¹·min⁻¹, P_{max} je maximální naměřená hodnota tlaku, P_o je vstupní hodnota tlaku, IR je rychlost infuze (většinou 1,5 ml·min⁻¹) a R_{syst} je výtokový odpor systému v mmHg·ml⁻¹·min⁻¹ (při puštění infuze a umístění jehly do výše místa vpichu změříme hodnotu tlaku, který ukazuje odpor celého systému s proudící kapalinou).

U zevní lumbální drenáže je sice podle doporučení optimální odvádět 10 ml CSF za hodinu, tj. 240 ml denně, ale toto množství se nám neosvědčilo. Pacienti si stěžovali na potíže z předrénování. Proto nyní derivujeme 30 ml CSF každé 4 hodiny s noční 8hodinovou pauzou, tj. 150 ml denně. ELD ponecháváme většinou 3 až 5 dní. Za minimum derivovaného CSF považujeme 300 ml, optimálně 500 až 700 ml, zejména v případech, kdy pacient nejeví známky zlepšení. Pokud pacient jeví zřejmé známky zlepšení, dobu derivace zbytečně neprodlužujeme a spokojujeme se s minimem 300 ml CSF. V době pozvolného odpouštění CSF jsou pacienti v klidu vleže na lůžku. Následně je ELD uzavřena a pacient se pohybuje bez výraznějšího omezení tak, jak je normálně zvyklý. Podstatné omezení pohybu pacienta či jiná změna jeho zavedeného režimu by pak mohla vést ke zkreslení výsledku. O celé problematice testování je informován jak pacient, tak i jeho rodina, která je rovněž zapojena do sledování změn před a po provedení ELD.

Pokud je předpoklad, že může být LIT zkreslený, neprovádíme jej a pacienty indikujeme k provedení ELD. Tu také indikujeme v případech, že klinické příznaky pacienta mohou být ovlivněny jiným onemocněním a my potřebujeme zjistit, do jaké míry jsou příznaky ovlivněny NPH a do jaké míry dalším onemocněním. Jestliže pacient má typické příznaky NPH a nemá žádné jiné nemoci, které by mohly jeho klinický stav ovlivňovat, a LIT vychází jasně pozitivní, pak pacienta indikujeme ke zkratové operaci a ELD již neprovádíme.

Pokud nelze provést lumbální punkci, pak místo LIT provádíme ventrikulární infuzní test s aplikací roztoku poloviční rychlostí než u LIT a místo ELD zavádíme zevní komorovou drenáž.

Pacienty po provedených testech propouštíme domů a za měsíc je přijímáme k hospitalizaci k provedení zkratové operace. Kontroly po implantaci shuntu probíhají ambulantně za 1, 3, 6 a 12 měsíců po propuštění a následně jedenkrát za 1–2 roky, při změně klinického stavu kdykoliv.

Sledování probíhalo v rozmezí od 4 do 110 měsíců s průměrnou dobou 59,2 měsíců.

Výsledky

Ve skupině pacientů, kde byla operace indikována pouze na základě LIT, popřípadě ventrikulárního infuzního testu, došlo ke zlepšení u 47 pacientů z 60 operovaných (78,3%). U pacientů, kde byla provedena ELD, popřípadě zevní komorová drenáž, byl efekt operace patrný u 20 z 22 pacientů (90,9%) (graf 1). U pacientů zlepšených po implantaci shuntu došlo v průběhu dlouhodobého sledování ke zhoršení stavu, které již nebylo možno ovlivnit, v 10 případech (20,8%).

Ve skupině 17 pacientů, kde byl proveden jak LIT, tak i ELD, byl shodný výsledek obou testů ve 12 případech (70,6%) a rozdílný v 5 případech (29,4%). V těchto 5 případech byl LIT negativní, ale pacienti byli zlepšeni po ELD. Průměrný výtokový odpor byl u této skupiny 9,3 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹ s minimem 8,0 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹ a maximem 11,0 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹. Všechny tyto 5 pacientů bylo operací zlepšeno.

Průměrná hodnota výtokového odporu u operovaných pacientů byla 18,7 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹ (medián 18,0) s minimem 13,3 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹ a maximem 26,0 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹. Průměrná doba provádění ELD byla 4,6 dne (medián 5,0) s minimem 3 dnů a maximem 6 dnů. Derivované množství CSF bylo v průměru 589,5 ml (medián 580,0) s minimem 320 ml a maximem 810 ml.

Ventrikulární infuzní test byl proveden u dvou pacientů a zevní komorová drenáž u jednoho pacienta. Oba testy proběhly bez komplikací.

U LIT ani u ELD jsme se se žádnými trvalými následky nesetkali. V případě LIT jsme zaznamenali u 5 pacientů (6,5%) výraznější parestzie dolních končetin, které postupně odezněly. U 3 pacientů (3,9%) se objevily výraznější bolesti hlavy v souvislosti se vzestupem ICP během testování, které rovněž postupně odezněly. Dočasně kořenové dráždění během testu udávali 3 pacienti (3,9%). Zánětlivou komplikaci jsme nezaznamenali.

Při odpouštění 150 ml CSF denně při ELD udával jeden pacient (4,5%) hypotenzi bolesti

hlavy, které po snížení derivovaného množství v krátké době odezněly. CSF jsme ke konci testování nevyšetřovali. S klinicky manifestní infekcí jsme se u pacientů se ELD nesetkali.

Diskuze

Zobrazovací metody hrají důležitou roli v diagnostice normotenzního hydrocefalu a také značně pomáhají v diferenciální diagnostice. Suverenní metodu v tomto případě představuje magnetická rezonance. Oproti výpočetní tomografii nabízí několik výhod (Hashimoto et al., 2010). Umožňuje jednoznačně se vyjádřit k případné stenóze akveduktu, která má podobné klinické příznaky, ale zcela rozdílnou terapii (endoskopické ošetření). Nabízí také potenciál v diferenciální diagnostice a vyšetření komorbidit – cerebrovaskulární choroby, identifikace periventrikulárních změn. Výhodné je také použití různých vyšetřovacích modifikací – difúzně vážených sekvencí, metody fázového kontrastu, magnetické rezonanční spektroskopie, perfuzních sekvencí, v poslední době nadějněmu zobrazení difúzních tenzorů. Nicméně v současné době žádná z těchto modalit není schopna nahradit používané testy, jakými je tzv. tap test, LIT nebo ELD.

LIT je prováděn v několika modifikacích, které určují tzv. výtokový odpor (rezistenci) označovaný jako R_{out} . Jednou z nejčastěji používaných technik je technika konstantního průtoku (většinou 1,5 ml·min⁻¹) s dosažením tzv. „steady-state“ (Katzman et Hussey, 1970), tedy dosažení plateau, kdy již maximálně dosažená hodnota tlaku zůstává konstantní či jemně osciluje. Další modifikací je bolusová technika, kterou zavedl Marmarou, s aplikací malého známého množství roztoku (4 až 10 ml) rychlostí 1 ml·min⁻¹ v krátkém časovém intervalu a měření tlakových poměrů (Marmarou et al., 1978). Modifikace s dosažením plateau hodnoty je přesnější ve srovnání s bolusovou technikou. Dalším, již méně rozšířeným způsobem, je metoda konstantního tlaku, kdy měříme, kolik tekutiny je potřeba k udržení ICP na určité úrovni (Ekstedt, 1977), což vyžaduje již specifické technické vybavení. Hodnota výtokového odporu se zvyšuje s přibývajícím věkem (Czosnyka et al., 2001). Podle literárních údajů se senzitivita testu pohybuje mezi 58% až 100% a specifita mezi 44% až 92% (Marmarou et al., 2005).

Diskutovanou otázkou je, která hodnota je ještě považována za fyziologickou a od které hodnoty je pak indikována implantace shuntu. Prahová hodnota výtokového odporu se podle literárních údajů pohybuje mezi 8 mm Hg·ml⁻¹·min⁻¹ a 18

mmHg·ml·min⁻¹ a nejčastěji je jako prahová hodnota používána hodnota 12 mmHg·ml⁻¹·min⁻¹ (Tissel et al., 2011). Komplikace LIT jsou minimální. Žádné komplikace nezaznamenal ve své práci Kahlon (Kahlon et al., 2002). Meier a Bartels naopak ve své studii udávali až v 19% bolesti hlavy a u 2 ze 107 (1,9%) pacientů meningismus bez známek zánětlivých parametrů (Meier et Bartels, 2001). Obecně lze říci, že výsledky, metody provedení testů a prahové hodnoty jsou různorodé a jsou závislé na zkušenostech jednotlivých pracovišť.

Na základě obecných zkušeností, kdy při odpouštění větších množství (40–50 ml) CSF během tzv. tap testu se zvyšuje jeho senzitivita, vznikl předpoklad, že ELD bude mít ještě vyšší výtěžnost. Do klinické praxe byla zavedena Haanem a Thomeerem (Haan et Thomeer, 1988). Senzitivita testu je udávána v rozmezí od 50% do 100% a specifita od 60% do 100% (Marmarou et al., 2005). Je doporučováno kontinuální odpouštění CSF rychlostí 10 ml za hodinu po dobu 3–5 dní. Na naší klinice se nám osvědčilo odpouštění 150 ml CSF za 24 hodin frakcionovaně, protože pacienti větší množství derivovaného CSF špatně tolerovali. Jedná se o jakousi simulaci likvordynamických parametrů po operačním výkonu. Je nutná obezřetnost, aby nedošlo k rozpojení systému či výrazné změně polohy pacienta, které by mohly způsobit rychlou a objemnou ztrátu CSF s adekvátními klinickými následky. Pokud se pacient nezlepší po ELD, je málo pravděpodobné, že bude profitovat ze zkratové operace a naopak. Zatímco někteří pacienti odpovídají poměrně rychle na drenáž CSF, jiní odpovídají s latencí (Woodworth et al., 2009), což může být důvodem nezlepšení pacientů v horizontu krátkodobého testování. Komplikace ELD jsou minimální (Marmarou et al., 2005). Nejčastěji se jedná o kořenové iritace a infekce.

V české literatuře se můžeme setkat s využitím LIT v predikci klinické odpovědi na implantaci shuntu v práci Vaňka et al. (Vaňek et al., 2002). Srovnáním LIT a ELD se zabýval Mohapl et al. (Mohapl et al., 2010). LIT autoři považují za jednoduchou a přínosnou metodu v predikci efektu zkratové operace. U negativních nebo hraničních výsledků ji doplňují o ELD, která dokáže identifikovat další respondéry.

Závěr

Lumbální infuzní test a zevní lumbální drenáž jsou přínosné metody v selekci pacientů ke zkratové operaci. Výhodou lumbálního infuzního testu je jeho minimální invazivita a malá časová náročnost. Nicméně jeho výtěžnost je ve srovnání se zevní lumbální drenáží nižší. Proto u pacientů

s negativním nebo hraničním výsledkem lumbálního infuzního testu doporučujeme vyšetřovací protokol doplnit o zevní lumbální drenáž stejně jako v případě, kdy pacientovi klinické příznaky mohou být ovlivněny přítomnými komorbiditami.

Literatura

1. Adams RD, Fisher CM, Hakim S, Ojemann RG, Sweet WH. Symptomatic occult hydrocephalus with "normal" cerebrospinal fluid pressure: A treatable syndrome. *N Engl J Med* 1965; 273: 117–126.
2. Bradley WG Jr, Whittemore AR, Watanabe AS, Davis SJ, Teresi LM, Homyak M. Association of deep white matter infarction with chronic communicating hydrocephalus: Implications regarding the possible origin of normal-pressure hydrocephalus. *Am J Neuroradiol* 1991; 12: 31–39.
3. Czosnyka M, Czosnyka ZH, Whitfield PC, Donovan T, Pickard JD. Age dependence of cerebrospinal pressure-volume compensation in patients with hydrocephalus. *J Neurosurg* 2001; 94(3): 482–486.
4. Eide PK, Sorteberg W. Diagnostic intracranial pressure monitoring and surgical management in idiopathic normal pressure hydrocephalus: a 6-year review of 214 patients. *Neurosurgery* 2010; 66(1): 80–91.
5. Ekstedt J. CSF hydrodynamic studies in man. 1. method of constant pressure CSF infusion. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1977; 40: 105–119.
6. Greitz D. Radiological assessment of hydrocephalus: new theories and implications for therapy. *Neurosurg Rev* 2004; 27(3): 145–165.
7. Haan J, Thomeer RT. Predictive value of temporary external lumbar drainage in normal pressure hydrocephalus. *Neurosurgery* 1988; 22(2): 388–391.
8. Hakim S. Some observations on CSF pressure. Hydrocephalus syndrome in adults with 'normal' CSF pressure (Recognition of a new syndrome) [dissertation]. Bogotá (Colombia): Javeriana University; 1964.
9. Hashimoto M, Ishikawa M, Mori E, Kuwana N. Diagnosis of idiopathic normal pressure hydrocephalus is supported by MRI-based scheme: a prospective cohort study. *Cerebrospinal Fluid Res* 2010; 7: 18.
10. Kahlon B, Sundberg G, Rehn Crona S. Comparison between lumbar infusion and CSF tap test to predict outcome after shunt surgery in suspected normal pressure hydrocephalus. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 73: 721–726.
11. Katzman R, Hussey F. A simple constant-infusion manometric test for measurement of CSF absorption. I. Rationale and method. *Neurology* 1970; 20: 534–544.
12. Marmarou A, Hulman K, Rosende RM. A nonlinear analysis of the cerebrospinal fluid system and intracranial pressure dynamics. *Journal of Neurosurgery* 1978; 48: 332–344.
13. Marmarou A, Bergsneider M, Klinge P, Relkin N, Black PM. The value of supplemental prognostic tests for the preoperative assessment of idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Neurosurgery* 2005; 57(3 Suppl): S17–28.
14. Meier U, Bartels P. The importance of the intrathecal infusion test in the diagnosis of normal-pressure hydrocephalus. *Eur Neurol* 2001; 46(4): 178–186.
15. Mohapl M, Vaněk P, Bradáč O, Hořínek D, Saur K, Mohaplová M. Srovnání přínosu lumbálního infuzního testu a lumbální drenáže v indikaci léčby hydrocefalu. *Cesk Slov Neurol N* 2010; 73(6): 685–688.
16. Relkin N, Marmarou A, Klinge P, Bergsneider M, Black PM. Diagnosing idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Neurosurgery* 2005; 57(3 Suppl): S4–16.
17. Tisel M, Tullberg M, Hellström P, Edsbacke M, Högfeldt M, Wikkelsö C. Shunt surgery in patients with hydrocephalus and white matter changes. *J Neurosurg* 2011; 114(5): 1432–1438.
18. Vaněk P, Sameš M. Normotenzní hydrocefalus – význam lumbálního infuzního testu pro diagnostiku a efekt zkratové operace. (Analýza souboru pacientů z let 1992–1999) *Čes a Slov. Neurol Neurochir* 2002; 65(6): 250–256.
19. Vanneste J, Augustijn P, Davies GA, Dirven C, Tan WF. Normal-pressure hydrocephalus. Is cisternography still useful in selecting patients for a shunt? *Arch Neurol* 1992; 49(4): 366–370.
20. Vanneste J, Augustijn P, Tan WF, Dirven C. Shunting normal pressure hydrocephalus: the predictive value of combined clinical and CT data. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993; 56: 251–256.
21. Williams AM, Razomovsky AY, Hanley DF. Comparison of P_{csf} monitoring and controlled CSF drainage diagnose normal pressure hydrocephalus. *Acta Neurochir Suppl* 1998; 71: 328–330.
22. Woodworth GF, McGirt MJ, Williams MA, Rigamonti D. Cerebrospinal fluid drainage and dynamics in the diagnosis of normal pressure hydrocephalus. *Neurosurgery* 2009; 64(5): 919–925.

Článek doručen redakci: 16. 7. 2012

Článek přijat k publikaci: 5. 9. 2012

MUDr. Václav Vybíhal, Ph.D.

Neurochirurgická klinika LF MU a FN Brno
Jihlavská 20, 625 00 Brno
vvybihal@fnbrno.cz