

# Lze bez pochybností interpretovat výsledky lumbálního infuzního testu?

Normotenzní hydrocefalus je onemocnění, jehož příčina není dosud odhalena a jehož neurochirurgické léčení přináší efekt jen u pečlivě vybraných nemocných. Kromě nálezů zobrazovacích metod, klinického stavu a baterie psychotestů je kladen důraz na využití likvordynamického vyšetření. Všechny modifikace likvordynamických testů či analýza pulzové vlny jsou stále diskutovány. Predikční význam transkraniální dopplerometrie pro indikaci drenážní operace dosud obecně rovněž uznán nebyl a vyvozovat závěry v tomto ohledu je také zatím předčasné [1,2]. Je nezbytné vyčkat, až velká zahraniční pracoviště vysloví nad těmito metodami definitivní a zejména důvěryhodně vyznívající ortel. Než k tomu dojde, lze uplatňovat již několik desetiletí známou modifikaci testu navrženého původně Katzmanem a Husseyem [3], kteří ve svých pozorováních vycházeli z hypotézy, že normální kapacita rezorpce mozkomíšního moku dosahuje až čtyřnásobku normální hodnoty jeho sekrece. U nemocných s diagnózou komunikujícího hydrocefalu je pak tato hodnota snížena. Zmíněný test však má řadu omezení. Poukázat na jeden z limitů testu jsme se pokusili i v naší práci. Činili jsme tak s předpokladem, že klasická verze infuzního testu bude pravděpodobně sloužit lékařům a nemocným i v dalších letech [2].

Již před zahájením testu je po provedené lumbální punkci změřen tlak mozkomíšního moku. U nemocných, u kterých je změřená hodnota vyšší, než je „normální hodnota“, je od provedení lumbálního infuzního testu upuštěno a jsou indikováni k implantaci shuntu. Lze se setkat s názorem [2,4], že již při tlaku mozkomíšního moku vyšším než 180 mm H<sub>2</sub>O v poloze vleže na boku by měl být indikován shunt bez provedení lumbálního infuzního testu. Problém spočívá v tom, že hodnota tlaku pokládaná za normální je stanovena v širokém rozmezí. U zdravých normosteniků byla zjištěna průměrná hodnota tlaku mozkomíšního moku během lumbální punkce provedené vleže na boku 136 mm H<sub>2</sub>O se směrodatnou odchylkou 37,6 [5]. Avšak až čtvrtina zdravých lidí (zejména obézních) má tlak mozkomíšního moku měřený při lumbální punkci vleže na boku v rozmezí od 200 do 250 mm H<sub>2</sub>O [5]. Neúměrně vysoké tlakové hodnoty se objevují také u nemocných úzkostných s klinickými známkami svalové hypertonie. Při hodnocení naměřeného tlaku likvoru lze doporučit analogický pohled jako v oboru vnitřního lékařství, kdy jediná hodnota naměřeného krevního tlaku je brána jako hodnota příležitostná a o způsobu terapie bývá rozhodnuto až na podkladě celé řady kontrolních měření.

Je-li hodnota naměřeného tlaku nižší než 180 mm H<sub>2</sub>O, pokračujeme provedením lumbálního infuzního testu. Metodiku, kterou navrhli Katzman a Hussey, modifikovali pro klinické využití Nelson a Goodman [6] a v této podobě ji uplatňujeme i na našem pracovišti. Po provedení lumbální punkce měříme tlak po dobu 5 minut, během kterých se nemocný zklidní. Poté rychlostí 1,5 ml za minutu aplikujeme intratekálně fyziologický roztok, a to po dobu 10 minut. Vždy po minutě zapisujeme hodnotu naměřeného tlaku. Po 10 minutách infuzi ukončíme a dalších 5 minut pozorujeme pokles tlakových hodnot. Poté lumbální jehlu vytáhneme. Při puštění infuze a umístění jehly do výše roviny vpichu změříme opět hodnotu tlaku, která nyní ukazuje odpor jehly a použitých hadiček. Zjištěné hodnoty dosadíme do vzorce:

$$dP = \frac{(P_{10} - P_0 - P_r)}{10}$$

$P_0$  – tlak při zahájení infuze,  $P_{10}$  – tlak po 10 minutách aplikace infuze,  $P_r$  – odpor jehly a hadiček,  $dP$  – tlaková diference

Při dosazování hodnot tlaku v mm H<sub>2</sub>O nám v těchto jednotkách samozřejmě vyjde i výsledek. Pak je doporučeno postupovat takto [2]:

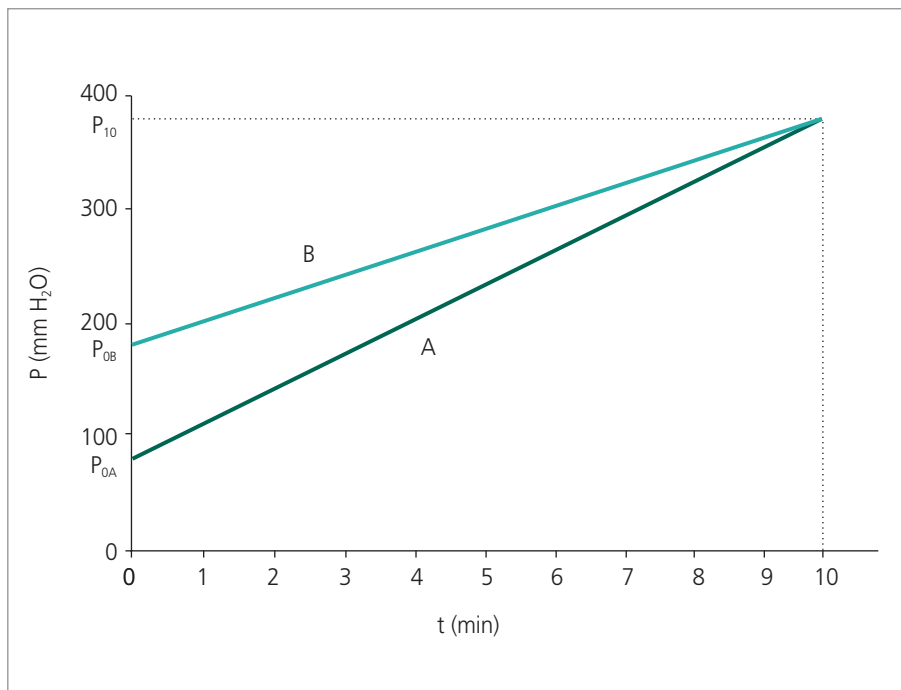
$dP < 20$  mm H<sub>2</sub>O/min → nemocný je léčen konzervativně

$dP \geq 20$  mm H<sub>2</sub>O/min → zvážíme indikaci drenážní operace

V případě, že v úvodu měření přesahuje tlak mozkomíšního moku vysoko hranici nad 200 mm H<sub>2</sub>O, lze při typickém nálezu zobrazovacích metod a typickém klinickém obraze indikovat operaci i bez provedení lumbálního infuzního testu. Na otázku, o kolik by měla být hodnota 200 mm H<sub>2</sub>O překročena, však rozhodně není možno dát jednoznačnou a obecně platnou odpověď.

Hranice 180 mm H<sub>2</sub>O je dle našeho názoru posazena příliš nízkou a může ji překročit i řada zdravých osob. Jak je patrné, uvedený vzorec kalkuluje s hodnotou vstupního tlaku mozkomíšního moku. Výsledek výpočtu určuje, jak velký průměrný vzestup tlaku za minutu nastal u nemocného během intratekální infuze roztoku. Je-li vzestup tlaku vyšší než 20 mm H<sub>2</sub>O za minutu, doporučuje se indikovat implantaci shuntu. Při hodnotě nižší než 20 mm H<sub>2</sub>O je naopak doporučováno postupovat konzervativně. Při bližším pohledu na předložený vzorec je zřejmé, že zobrazíme-li naměřené hodnoty tlaku pomocí grafu, pak výsledný výpočet nezohledňuje vzdálenost křivky sestavené z naměřených tlakových hodnot od osy  $x$ . Lze uvést následující příklad:

## LZE BEZ POCHYBNOSTÍ INTERPRETOVAT VÝSLEDKY LUMBÁLNÍHO INFUZNÍHO TESTU?



Graf závislosti tlaku  $P$  (mm H<sub>2</sub>O) na čase  $t$  (min).

Nemocný A má v úvodu lumbálního infuzního testu naměřen tlak  $P_0$  80 mm H<sub>2</sub>O. Po deseti minutách intratekální infuze stoupla hodnota tlaku na 380 mm H<sub>2</sub>O. Po dosažení hodnot do vzorce při odečtení rezistence jehly (80 mm H<sub>2</sub>O) je výsledný vzestup tlaku 22 mm H<sub>2</sub>O. Za těchto okolností je doporučováno zvážit provedení drenážní operace.

Nemocný B má úvodní tlak  $P_0$  180 mm H<sub>2</sub>O a během infuze tlak stoupne po deseti minutách na hodnotu rovněž 380 mm H<sub>2</sub>O. Po dosažení údajů do vzorce a odečtení rezistence jehly získáváme hodnotu minutového vzestupu tlaku 12 mm H<sub>2</sub>O. I když leží křivka (v našem grafu pro zjednodušení úsečka) nad hodnotami předchozího nemocného, neměl by být dle výsledku daného výpočtem operační výkon indikován. Toto zjištění působí při pohledu na graf paradoxně. Vzorec charakterizuje průběh křivky tlakových hodnot pouze a jenom z hlediska jejich strmosti, vůbec však nezohledňuje vzdálenost křivky od osy  $x$ .

nemocný se stenózou akveduktu může mít nitrolebeční hypertenzi a současně normální nález při lumbálním infuzním testu! Význam podrobného MRI vyšetření zaměřeného na zjištění likvorové dynamiky je v těchto případech nesporný.

Dalším měřitelným likvordynamickým parametrem je tzv.  $R_{csf}$  – výtokový odpor pro mozkomíšni mok [8].

Podstatný rozdíl proti předchozímu infuznímu testu je to, že během intratekální infuze je snaha dosáhnout rovnovážného stavu. Fyziologický roztok je infundován rychlostí 1,4–1,6 ml/minutu až k dosažení plateau, maximálně však do hodnoty tlaku 50 mm Hg (680 mm H<sub>2</sub>O). Pokud by byla hodnota 50 mm Hg překročena, je infuze opakována nižší rychlostí. Hodnota  $R_{csf}$  je vypočtena jako rozdíl mezi dosaženým plateau a výchozím tlakem, což je poté vyděleno rychlostí aplikované infuze. Výsledek je tedy interpretován v milimetrech Hg/ml/min. Hodnota  $R_{out}$  se s věkem zvyšuje [9,10]. I u tohoto testu dochází k situaci, kdy nízká hodnota výchozího tlaku bude hodnotu  $R_{csf}$  zvyšovat a naopak, vysoká hodnota výchozího tlaku bude hodnotu  $R_{csf}$  snižovat.

Klinické používání uvedených testů lze očekávat na našich pracovištích i nadále. Nicméně je tomu proto, že přes jeho nedokonalost není neurochirurgům dostupná žádná jiná modalita s vyšší výpovědní hodnotou. Posuzování numerických výsledků testů vyžaduje maximálně kritický přístup a i nadále bude platit oblíbené rčení, že zlatým diagnostickým standardem diagnostiky normotenzního hydrocefalu je pozitivní efekt vykonané drenážní operace.

Z výše uvedeného je zřejmé, že nemocní s různými vstupními tlaky  $P_0$  by měli mít „svůj“ výpočetní vzorec, který by tuto hodnotu  $P_0$  respektoval např. zavedením event. koeficientu. Jde o úkol nesnadný a v každém případě náležející do výsostných kompetencí matematiků a biofyziků.

1. Nemocný A má hodnotu  $P_0$  80 mm H<sub>2</sub>O a během intratekální infuze se tato hodnota zvýší sice strmě, ale vzhledem k velmi nízké původní hodnotě nepřekročí hranici 380 mm H<sub>2</sub>O. Při provedení výpočtu však získáme výsledek v hodnotě převyšující 20 mm H<sub>2</sub>O, a tak tedy nastává indikace k provedení shuntu.

2. Nemocný B má hodnotu  $P_0$  na horní hranici normy 180 mm H<sub>2</sub>O. Při provedení testu dojde k vzestupu tlaku moku rovněž na 380 mm H<sub>2</sub>O. Po dosažení naměřených hodnot do vzorce povede vysoká hodnota  $P_0$  (kterou ve výpočtu jak je patrné odečítáme) k výsledku výrazně nižšímu než 20 mm H<sub>2</sub>O, a tak tedy nebude nemocný, u něhož tlak moku je všeobecně ve všech parametrech na vyšších hodnotách než u nemocného A indikován k výkonu, ač by bylo jeho provedení mnohem logičtější než u nemocného předchozího. Vysoká hodnota  $P_0$  snižuje z důvodů ryze aritmetických hodnotu  $dP$ . Všechny tyto okolnosti je nutno mít na paměti, uvedený vzorec je třeba správně používat a získané informace rovněž správně vyhodnocovat.

V neposlední řadě je nezbytné si uvědomit, že představa Nelsona a Goodmana o průběhu tlakové křivky během testu je založena na zkušenostech s pouze 6 zdravými dobrovolníky, což nevyklučuje, že u řady zdravých osob v populaci může být dosaženo většího vzestupu tlaku než 20 mm H<sub>2</sub>O za minutu.

Rovněž nelze zapomenout, že výtokový odpor může být nízký i u obstrukčního hydrocefalu [7]. To tedy znamená, že nemocný se stenózou akveduktu může mít nitrolebeční hypertenzi a současně normální nález při lumbálním infuzním testu! Význam podrobného MRI vyšetření zaměřeného na zjištění likvorové dynamiky je v těchto případech nesporný.

## Literatura

1. Czosnyka ZH, Czosnyka M, Whitfield PC, Donovan T, Pickard JD. Cerebral autoregulation among patients with symptoms of hydrocephalus. *Neurosurgery* 2002; 50: 526–533.
2. Vaněk P, Sameš M. Lumbální infuzní test a transkraniální dopplerometrie v diagnostice a léčbě normotenzního hydrocefalu. Prospektivně hodnocená sestava pacientů 2000–2002. *Čas Lék Čes* 2003; 142: 545–550.
3. Katzman R, Hussey F. A simple constant-infusion manometric test for measurement of CSF absorption. I. Rationale and method. *Neurology* 1970; 20: 534–544.
4. Vaněk P, Sameš M. Onemocnění syndromem normotenzního hydrocefalu – význam lumbálního infúzního testu pro diagnostiku a efekt zkratové operace. (Analýza souboru pacientů z let 1992–1999). *Česk Slov Neurol N* 2002; 65/98: 256–263.
5. Corbett JJ, Mehta MP. Cerebrospinal fluid pressure in normal obese subjects and patients with pseudotumour cerebri. *Neurology* 1983; 33: 1386–1388.
6. Nelson JR, Goodman SJ. An evaluation of the cerebrospinal fluid infusion test for hydrocephalus. *Neurology* 1971; 21: 1037–1053.
7. Schmidt B, Czosnyka M, Schwarze JJ, Sander K, Gerstner W, Lumenta ChB et al. Evaluation of a method for noninvasive intracranial pressure assessment during infusion studies in patients with hydrocephalus. *J Neurosurg* 2000; 92: 793–800.
8. Boon AJW, Tans JTJ, Delwel EJ, Egeler-Peerdeman SM, Hanlo PW, Wurzer HAL et al. Dutch normal-pressure hydrocephalus study: prediction of outcome after shunting by resistance to outflow of cerebrospinal fluid. *J Neurosurg* 1997; 87: 687–693.
9. Albeck MJ, Børgeesen SE, Gjerris F, Schmidt JF, Sorensen PS. Intracranial pressure and cerebrospinal fluid outflow conductance in healthy subjects. *J Neurosurg* 1991; 74: 597–600.
10. Albeck MJ, Skak C, Nielsen PR, Olsen KS, Børgeesen SE, Gjerris F. Age-dependency of resistance to cerebrospinal fluid outflow. *J Neurosurg* 1998; 89: 275–278.

*doc. MUDr. Miroslav Kala, CSc.  
ing. Václav Hora  
Neurochirurgická klinika LF a FN,  
Autorizované metrologické středisko, Olomouc  
I.P.Pavlova 6, 775 20 Olomouc  
e-mail: kalam@fnol.cz*