

GEOMETRICKÁ STUDIE ROZMĚRŮ III. KOMORY A JEJÍ SPODINY Z POHLEDU NEUROENDOSKOPIE

III. VENTRICLE SIZE AND ITS FLOOR: GEOMETRIC STUDY FROM THE POINT OF VIEW OF NEUROENDOSCOPY

původní práce

Jan Chrastina¹
Zdeněk Novák¹
Ivo Říha^{1,2}
Věra Feitová³
Helena Koutková⁴

¹Neurochirurgická klinika LF MU
a FN u sv. Anny v Brně

²Ústav biomedicínského inženýrství
FEKT VUT, Brno

³Klinika zobrazovacích metod
LF MU a FN u sv. Anny v Brně

⁴Katedra matematiky a deskriptivní
geometrie FAST VUT, Brno

Přijato: 15. 8. 2008.

Korespondenční adresa:

MUDr. Jan Chrastina, Ph.D.
Neurochirurgická klinika LF MU a FN
u sv. Anny v Brně
Pekařská 53, 656 91 Brno
e-mail: jan.chrastina@fnusa.cz

Podporováno grantovou studií IGA
MZ CR NR/9157-3.

Část práce přednesena jako
přednáška na XXI st International
Congress and Exhibition, CARS 2007
Berlín.

SOUHRN

Chrastina J, Novák Z, Říha I, Feitová V, Koutková H. Geometrická studie rozměrů III. komory a její spodiny z pohledu neuroendoskopie

Cíl. Ke studiu geometrie III. komory a její spodiny pro diagnostiku hydrocefalu a plánování neuroendoskopických operací byly definovány parametry CA–CP (interkomisurální vzdálenost), H (výška III. komory), IMD (intermamilární distance) – vzdálenost mezi předními okraji corpora mamillaria – odpovídající šířce III. komory, BA–MB (vzdálenost mezi bifurkací bazilární arterie a corpora mamillaria) a BA–DS (vzdálenost mezi dorsum sellae a bifurkací a. basilaris), odpovídající bezpečné oblasti pro provedení endoskopické III. ventrikulostomie.

Metoda. Hodnoty změřené při plánování operačních výkonů byly porovnány u nemocných s hydrocefalem (92 nemocných – 37 žen, 55 mužů) a v kontrolním souboru (nemocní operovaní pro epilepsii a Parkinsonovu chorobu, 50 nemocných – 22 žen, 28 mužů).

Výsledky. Byl prokázán statisticky významný nárůst hodnot parametrů CA–CP, IMD a H u nemocných s hydrocefalem ($P < 0,01$ dle Kolmogorova-Smirnova) ve srovnání s kontrolním souborem. Statisticky významný rozdíl nebyl prokázán u parametrů BA–MB a BA–DS, popisujících spodinu III. komory a v případě BA–DS odpovídající oblasti endoskopické III. ventrikulostomie. Dalším zjištěním je variabilita vztahu arteria basilaris a corpora mamillaria s častou polohou bifurkace před corpora mamillaria (51,1 % u nemocných s hydrocefalem, 62 % v kontrolní skupině) s chirurgickým významem.

Závěr. Spolu s nárůstem rozměrů třetí komory při hydrocefalu práce ukazuje změny

SUMMARY

Chrastina J, Novák Z, Říha I, Feitová V, Koutková H. III. ventricle size and its floor: geometric study from the point of view of neuroendoscopy

Aim. The following parameters were defined for hydrocephalus diagnostics and neuroendoscopic surgeries planning – CA–CP (intercommissural distance), H (the height of the third ventricle), IMD (intermamillary distance) – the distance between the anterior margins of mamillary bodies, reflecting the width of the third ventricle, BA–MB (the distance between basilar bifurcation and mamillary bodies) and BA–DS (the distance between dorsum sellae and basilar bifurcation) defining the safe area for endoscopic third ventriculostomy.

Methods. The values measured during pre-surgical planning were compared in patients suffering from hydrocephalus (92 patients – 37 females, 55 males) and control group (patients operated on for epilepsy and Parkinson disease, 50 patients – 22 females, 28 males).

Results. Statistically significant increase of CA–CP, IMD and H values in hydrocephalic patients was proven ($p < 0.01$ – Kolmogorov-Smirnov) when compared with control group. The study did not show significant difference when comparing MB–BA and BA–DS, describing third ventricular floor and defining the safe area for endoscopic third ventriculostomy (BA–DS). Another finding is the variability of basilar bifurcation and mamillary bodies with frequent position of basilar artery in front of mamillary bodies (51.1% in hydrocephalic patients, 62% in control group) with surgical importance.

Conclusions. Together with the increase of third ventricle parameters the paper points to the changes of the principal parameter

zásadního parametru pro stereotaxi – vzdálenosti CA–CP s možností ovlivnění vztahu hlubokých struktur mozku ve vztahu k této linii při dilataci komor. Není prokázána změna parametrů spodiny III. komory. Dalším zjištěním je variabilita vztahu arteria basilaris a corpora mamillaria.

Klíčová slova: hydrocefalus, endoskopická III. ventrikulostomie, spodina III. komory, interkomisurální distance.

of key importance for stereotactic neurosurgery – CA–CP distance with the possibility of influencing the relationship of deep brain structures to the line in ventriculomegaly. The changes of third ventricular floor were not shown. The variability in the location of basilar artery as related to mamillary bodies is another finding.

Key words: hydrocephalus, endoscopic third ventriculostomy, third ventricular floor, intercommissural distance.

ÚVOD

V současné době používané parametry, popisující rozměry komorového systému mozku a jeho změny při patologických stavech (frontal horn index, Evans index, biparietální průměr), jsou velmi vhodné ke zhodnocení velikosti postranních komor, včetně jejich temporálních rohů (1, 2). Minimum vhodných parametrů je ovšem definováno pro III. komoru a pouze ojedinělé studie se zabývají geometrií její spodiny (oblast anatomicky odpovídající hypothalamu) (3). V současnosti dochází k nárůstu zájmu o minimálně invazivní neuroendoskopické operace. Protože nejčastější neuroendoskopickou operací je endoskopická třetí ventrikulostomie (ETV), kdy je při bloádě mokovodu vytvořena alternativní cesta mokové cirkulace fenestrací spodiny III. komory před corpora mamillaria (4), je přesný popis geometrie III. komory a jejich změn nutným krokem ke zvýšení bezpečnosti neuroendoskopických operací a maximalizaci přínosu operačního výkonu v okolí III. komory.

Standardizované MRI vyšetření v rámci přípravy neuro navigace pro potřeby neurochirurgické operace umožňuje i přesné změření rozměrů III. komory mozkové, včetně struktur v oblasti její spodiny. Ve studii jsme definovali parametry, které nejlépe vyhovují potřebám neuroendoskopických operací a současně popisují trojrozměrnou konfiguraci III. komory a planimetrii její spodiny, a to jak pro účely geometrického popisu, tak pro potřeby neuroendoskopických operací. Dalším cílem byla analýza změn takto definovaných parametrů v souboru nemocných s hydrocefalem.

MATERIÁL A METODA

Pro vlastní analýzu byla vybrána skupina pacientů, operovaných pro hydrocefalus v letech 2000–2006, u nichž bylo prováděno standardizované MRI vyšetření v rámci předoperačního plánování endoskopické třetí ventrikulostomie pro techniku rámové stereotaxe nebo neuronavigační systém. Vyšetření bylo prováděno na přístroji Siemens, Magnetom, Symphony 1,5 T a byly použity následující sekvence:

- T1W MPR: FOV 300, TR 1870, TE 3,93, slab 1, počet vrstev ve slabu 192, tloušťka vrstvy 1,17 mm.
- AG v arteriální fázi: TOF – fi3d (FOV 200, TR 42, TE 7,15, počet slabů 3, počet vrstev ve slabu 32, tloušťka vrstvy 0,8 mm).

- AG ve venózní fázi: TOF – fl2d (FOV 250, TR 30, TE 6,58 počet vrstev 45, tloušťka vrstvy 3 mm, dist. faktor – 50 %). Toto vyšetřovací schéma umožňuje dokonalou identifikaci veškerých struktur, nutných pro provedení měření.

K vlastnímu měření jsme využili možností systému PACS a programu Praezis Plus firmy Tatramed umožňující dokonalou rekonstrukci obrazu v jednotlivých rovinách pro precizní identifikaci neurálních i cévních struktur.

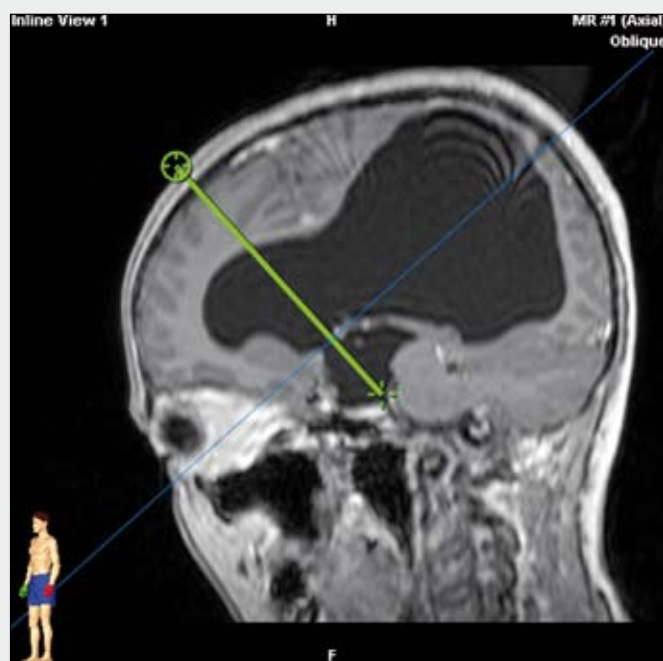
Jako kontrolní soubor jsme zvolili skupinu nemocných, u nichž byla provedena stereotaktická navigace pro funkční neurochirurgickou operaci (implantaci stereoencefalografických intracerebrálních elektrod pro diagnostiku farmakoresistentní epilepsie a implantaci stimulačních elektrod do oblasti nucleus subthalamicus a ventralis intermedius thalamu u nemocných s Parkinsonovou chorobou).

U těchto nemocných byla prováděna předoperační vyšetření pro potřeby stereotaktické implantace stejným způsobem jako u nemocných plánovaných k endoskopické operaci.

Pro vlastní měření byly zvoleny následující parametry

Charakterizující geometrii III. komory jako celku

1. Intermamilární vzdálenost – intermamillary distance (IMD) – vzdálenost mezi předními okraji corpora mamillaria. Volba vycházela z intraoperačního pozorování prodloužení vzdálenosti mezi těmito strukturami, ale i ze změny jejich uspořádání při dilataci III. komory mozkové při hydrocefalu.
2. Interkomisurální vzdálenost – vzdálenost mezi středem commissura anterior a posterior (CA–CP) – intercommissural distance je důležitým parametrem pro funkční stereotaktickou neurochirurgii a stereotaktické atlasy s topografickými mapami mozku (obvyklé rozmezí 25–29 mm). Vzhledem k prohloubení recessů III. komory u nemocných s hydrocefalem (recessus triangularis, recessus pinealis), které jsou anatomicky ohraničovány právě komisurálními drahami, je ovšem možné předpokládat i změny této vzdálenosti.
3. Výška III. komory – height (H – vzdálenost mezi corpora mamillaria a stropem III. komory, měřená kolmo na její spodinu) je parametrem popisným, doplňujícím třírozměrný prostorový popis třetí komory.



▲ Obr. 1

Obr. 1. Trajektorie endoskopické ventrikulostomie III. komory u nemocného s obstrukčním hydrocefalem (průchod přes foramen Monroi, ventrálně fornix, dorzálně v. thalamostriata, cíl před bifurkací arteria basilaris)

Fig. 1. Endoscopic third ventriculostomy trajectory planning in patient with obstructive hydrocephalus (trajectory passing through the foramen of Monro, ventrally bordered by fornix, dorsally bordered by v. thalamostriata, target in front of basilar artery bifurcation)



▲ Obr. 2

Obr. 2. Endoskopický obraz spodiny III. komory před provedenou fenestrací

Fig. 2. Endoscopic view of third ventricular floor before surgery

Charakterizující geometrii spodiny III. komory

Pro volbu parametrů charakterizujících geometrii spodiny III. komory je vhodné připomenout podstatu a způsob provedení endoskopické třetí ventrikulostomie v léčbě hydrocefalu.

Principem ETV je vytvoření alternativní cesty mokové cirkulace pro situaci, kdy dochází k bloádě cirkulace mozkomíšního moku v oblasti mezi zadní částí III. mozkové komory a foramina Luschkae a Magendie. Mozkomíšní mok poté prochází fenestrací spodiny III. komory do bazálních cisteren. Endoskop je podél předem definované trajektorie zaveden ke spodině III. mozkové komory a zde je za dorsum sellae před bifurkací arteria basilaris a corpora mamillaria vytvořena komunikace do bazálních cisteren. Je nutné vyloučit poškození corpora mamillaria (možnost poruchy paměti). Endoskopickou trajektorii a anatomickou situaci na spodině III. komory ukazují obrázky 1 a 2.

4. Vzdálenost mezi dorsum sellae a bifurkací arteria basilaris (BA–DS) definuje anatomicky vhodnou oblast pro vytvoření ETV. Lokalizace vrcholu a. basilaris, zvláště pak ve vztahu k dorsum sella, zásadním způsobem ovlivňuje možnost volby místa ETV.
5. Dalším parametrem byla vzdálenost mezi bifurkací a. basilaris a corpora mamillaria (BA–MB). K této volbě jsme byli vedeni přímým endoskopickým pozorováním směru cév, zásobujících tyto struktury a nekonstantním vztahem výšky bifurkace arteria basilaris a dorsum sellae (nízké

a vysoké uložení). Předpokládali jsme podobnou variabilitu ve vztahu a. basilaris a corpora mamillaria. Lokalizace vrcholu a. basilaris zásadním způsobem ovlivňuje možnost volby místa ETV. Pokud se bifurkace a. basilaris nacházela před corpora mamillaria, bylo změřené hodnotě přiřazeno kladné znaménko, pokud se nacházela za corpora mamillaria, bylo přiřazeno znaménko záporné.

Při volbě parametru, vhodného k popisu délky III. komory, jsme se přidrželi vzdálenosti mezi commissura anterior a posterior, a to především pro význam ve stereotaktické a funkční neurochirurgii.

Parametr IMD popisuje šířku III. komory. Považujeme jej za exaktněji definovatelný ve srovnání se vzdáleností mezi jejími stěnami, neboť je obtížné standardně definovat přesnou oblast, kde takto definovanou šířku komory měřit.

Parametry BA–DS, BA–MB spolu s IMD popisují geometrii spodiny III. komory.

Pro měření vzdálenosti CA–CP se nejlépe osvědčila sagitální rekonstrukce. Výsledek měření bylo možno zkontrolovat v axiální rekonstrukci nebo v primárním scanu, zachycujícím struktury commissura anterior a posterior.

Axiální rekonstrukce nebo primární axiální řezy umožnily bezpečnou identifikaci corpora mamillaria a měření intermamillární vzdálenosti.

Sagitální rekonstrukce byla optimální pro měření vzdálenosti BA–DS a BA–MB, stejně tak výšky III. komory – H (obr. 3, 4).



▲ Obr. 3A



▲ Obr. 3B



▲ Obr. 3C

Obr. 3. A – měření parametru CA-CP; B – měření parametru H; C – měření parametrů BA-DS, BA-MB

Fig. 3. A – measured parameter CA-CP; B – measured parameter H; C – measured parameters BA-DS, BA-MB

VÝSLEDKY

Skupina nemocných s hydrocefalem zahrnovala 92 nemocných, z toho 37 žen a 55 mužů (poměr ženy/muži 0,697), střední věk (Age Mean) 48,6 roků, Standard Deviation 17 let.

Odpovídající parametry v kontrolním souboru 50 nemocných, 22 žen, 28 mužů (poměr ženy/muži 0,786) jsou Age Mean 46,7 let, Standard Deviation 15,3 let.

S využitím Studentova t- testu neprokazujeme statisticky významný rozdíl z hlediska věku mezi skupinou nemocných s hydrocefalem a skupinou kontrolní. Rovněž tak se srovnávané soubory neliší v poměru ženy/muži. Výsledky měření shrnuje tabulka 1.

Hypotéza o normálním rozložení studovaných parametrů byla zamítnuta u nemocných s hydrocefalem pro parametry IMD ($p < 0,01$), H ($p < 0,01$) a BA-MB ($p < 0,01$).

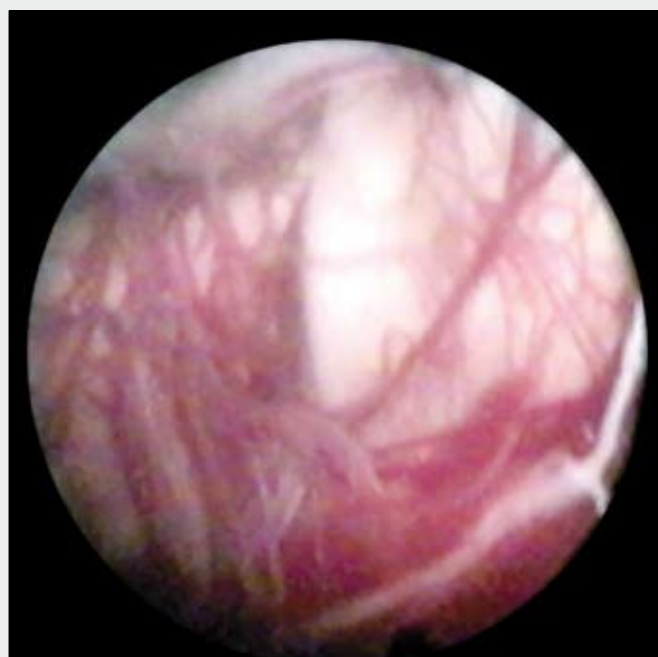
Výsledky statistického srovnání jednotlivých parametrů mezi skupinou nemocných a kontrolním souborem při využití testu dle Kolmogorova-Smirnova prokazují statisticky významný rozdíl mezi souborem nemocných s hydrocefalem a souborem kontrolním u parametrů IMD, CA-CP, H na hladině významnosti 1%, tedy u rozměrů III. komory. Naopak u parametrů BA-MB a BA-DS (parametry spodiny III. komory) nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi kont-



▲ Obr. 4A



▲ Obr. 4B



▲ Obr. 5

Obr. 4. Měření parametru IMD

A – pacient s hydrocefalem – separace corpora mamillaria, jejich rotace;
B – endoskopický obraz

Fig. 4. Measured parameter IMD

A – patient with hydrocephalus – separation and rotation of mamillary bodies;
B – endoscopic view

Obr. 5. Síť perforátorů v interpedunkulární cisterně

Fig. 5. Network of perforators in interpeduncular cistern

rolní skupinou a skupinou nemocných s hydrocefalem na této hladině významnosti.

Při vlastním měření a analýze MRI scanů nebyla u nemocných kontrolního souboru nikdy pozorována separace mediálních okrajů corpora mamillaria. Intermamilární distance se tedy rovnala součtu poloměrů obou corpora mamillaria. Stejně tak v kontrolní skupině s výjimkou jediného nemocného vzdálenost mezi commissura anterior a posterior nepřesahovala interval 24–30 mm, což je rozmezí popisované ve stereotaktických atlasech.

Párový vztah mezi jednotlivými proměnnými ve skupině nemocných s hydrocefalem a kontrolní skupině byl analyzo-

ván pomocí Pearsonova korelačního koeficientu a neparametrického Spearmanova korelačního koeficientu (rank order correlation coefficient).

Ve skupině nemocných byla prokázána statisticky významná korelace ($p < 0,05$) mezi parametry IMD a CA–CP, IMD a H, CA–CP a H (pozitivní korelace). Negativní korelace pak byla prokázána mezi parametry BA–DS a BA–MB ($p < 0,05$).

V kontrolní skupině pak existuje korelace pouze mezi parametry BA–DS a BA–MB, a to negativní.

Z neurochirurgického hlediska je nutné zdůraznit častou polohu bifurkace arteria basilaris před corpora mamillaria (51,1 % u nemocných s hydrocefalem, 62 % v kontrolní sku-

Tab 1. **Statistické charakteristiky souboru**Tab 1. **Group of patients – Statistic characteristics**

Variable	Descriptive Statistics (data 190607)												
	Valid N	Mean	Median	Min	Max	Lower Quartile	Upper Quartile	Percentile 10	Percentile 90	Range	Quartile Range	Std. Dev.	Std. Err.
IMD	88	9,88	9,12	4,56	23,00	7,19	11,70	5,84	15,48	18,42	4,51	3,80	0,40
IMD_k	50	5,47	5,34	3,08	8,08	5,06	6,07	4,46	6,59	5,00	1,01	0,92	0,13
CACP	86	30,46	29,55	20,00	44,50	27,55	33,50	25,45	36,61	24,50	5,95	4,68	0,50
CACP_k	50	26,40	26,31	23,60	29,90	25,51	27,20	24,72	28,30	6,30	1,69	1,36	0,19
H	86	15,88	15,70	9,72	25,51	14,06	16,99	12,68	19,77	15,79	2,93	2,98	0,32
H_k	50	13,17	13,06	10,12	16,70	12,03	14,19	11,05	15,27	6,58	2,16	1,62	0,23
BADS	85	7,03	7,03	1,00	12,60	5,24	8,60	4,50	10,00	11,60	3,36	2,30	0,25
BADS_k	50	6,60	6,44	2,88	10,67	5,45	8,08	4,20	9,07	7,79	2,63	1,92	0,27
BAMB	84	1,51	1,00	-4,30	9,42	0,00	3,36	-1,00	4,68	13,72	3,36	2,38	0,26
BAMB_k	50	1,79	2,85	-5,50	9,21	-1,00	4,21	-3,63	5,84	14,71	5,21	3,42	0,46

Tab. 2 **Normální hodnoty měřených parametrů**Tab. 2 **Normal values of measured parametrs**

Parametr	10-th percentil	90-th percentil
IMD	4,46	6,59
CA-CP	24,72	28,30
H	11,06	15,27
BA-DS	4,20	9,07
BA-MB	-3,63	5,84

pině). Tato poloha je spojena s možností potenciálně nebezpečného proniknutí endoskopu do interpedunkulární cisterny s perforátory i při korektní volbě místa fenestrace spodiny III. komory (obr. 5). Konečně uvádíme přehled intervalů normálních hodnot jednotlivých parametrů, omezených 10 a 90 percentilem, dle měření v souboru nemocných v kontrolním souboru (tab. 2).

DISKUSE

Diagnóza hydrocefalu se opírá o klinickou symptomatologii a výsledky zobrazovacích metod. Řada autorů se snažila kvantifikovat rozměry komorového systému a stanovit pro ně intervaly normálních hodnot. Pokud se týče III. komory, literatura se většinou spokojuje s termínem ballooning, popisující typickou změnu jejího tvaru. Ovšem právě komprese struktur v okolí III. komory může být příčinou klinické symptomatologie u nemocných s hydrocefalem (1, 4). Proto získané výsledky a rozmezí hodnot zvláště CA-CP, H a IMD, kde je prokázán statisticky významný rozdíl mezi kontrolní skupinou a skupinou nemocných s hydrocefalem, znamenají další směr ke kvantifikaci rozměrů komorového systému a objektivizaci terapeutického přístupu.

Studie vycházející ze sagitální rekonstrukce T1 WI obrazu (5) sledovala parametr mamillopontinní distance a srovnávala naměřené hodnoty u nemocných s hydrocefalem, mozkovou atrofií a normálním nálezem. Výsledkem bylo zjištění zkrácení vzdálenosti mezi corpora mamillaria a pontem u nemocných s hydrocefalem, což lze interpretovat jako projev kaudálního vyklenování spodiny III. komory při zvýšení tlaku uvnitř III. komory ve srovnání se subarachnoidálním prostorem (6).

Komplexnější hodnocení geometrie komorového systému mozku je tématem sdělení Segeva et al. (7) opět s cílem diferenciální diagnostiky mezi atrofií mozkovou a hydrocefalem. K již výše zmíněné mamillopontinní vzdálenosti přiřazují vzdálenost mamillokomisurální, výšku corpus callosum a vzdálenost mezi liniemi procházejícími chiasmatem a splenium corporis callosi. Výsledkem je opět popis konkavty spodiny III. komory u nemocných s hydrocefalem jako diferenciálně diagnostického znaku, odlišujícího hydrocefalus od atrofie mozkové spolu s nárůstem výšky III. komory.

Hayashi et al. (3) měřili vzdálenost mezi recessus infundibuli a vrcholem a. basilaris u nemocných s hydrocefalem a nemocných bez postižení intrakraniálních struktur v MRI obrazu. Neprokázal statisticky významný rozdíl v hodnotách tohoto parametru mezi skupinou nemocných s hydrocefalem a kontrolním souborem. Upozorňuje i na variabilitu pozice vrcholu arteria basilaris ve vztahu k corpora mamillaria, zvláště u nemocných nad 60 roků. V této věkové kategorii se vrchol arteria basilaris často nachází před corpora mamillaria, a zásadním způsobem tak omezuje rozsah prostoru pro provedení endoskopické třetí ventrikulostomie. I v souboru našich nemocných parametr BA-MB u hydrocefalů prokazuje větší vzdálenost mezi corpora mamillaria a vrcholem arteria basilaris. Ovšem výsledná kladná hodnota prokazuje, že lokalizace bifurkace arteria basilaris před corpora mamillaria je u nemocných s hydrocefalem pravidelným nálezem. Toto zjištění a operační pozorování ukazují na možnost potenciálně nebezpečného proniknutí neuroendoskopu v místě maximálního ztenčení před corpora mamillaria do oblasti perforátorů zadní části interpedunkulární cisterny za bifurkaci arteria basilaris.

Dalším zjištěním je prokázáný statisticky významný rozdíl v parametru výšky III. komory – H. Regrese výrazného kraniálního vyklenutí stropu III. komory po úspěšné ETV je prvním graficky detekovatelným nálezem (8).

Buxton (9) popisuje redukci délky, šířky i výšky III. komory po operaci pro hydrocefalus, výraznější po primoooperaci než po výkonu sekundárním. Autor upozorňuje, že nejdůležitějším kritériem operačního výsledku je pooperační klinický stav, a úspěšná operace neznamená markantní redukci rozměrů III. komory.

Pro funkční interpretaci operačních zákroků u nemocných s hydrocefalickou dilatací komorového systému je velmi důležitý závěr týkající se interkomisurální distance. V kontrolním souboru nemocných, operovaných pro funkční poruchy, nebyla s výjimkou jediného nemocného zjištěna hodnota přesahující obvykle uváděný interval hodnot CA–CP (24–30 mm). Statisticky významný rozdíl naměřených hodnot interkomisurální vzdálenosti byl prokázán ve skupině nemocných s hydrocefalem ve srovnání s kontrolním souborem. Maximální hodnota parametru CA–CP dosahovala u nemocných s hydrocefalem až 44,5 mm, ovšem u jedné nemocné byla naměřena extrémně nízká hodnota 20 mm. Existuje tudíž výrazná variabilita hodnot parametru CA–CP u hydrocefaliků s možným vlivem na vztahy funkčních struktur k interkomisurální linii. Je tedy nutno velmi opatrně plánovat stereotaktické funkční operační výkony u nemocných, u nichž byl již dříve ošetřen hydrocefalus jakoukoliv operační technikou, a interpretovat funkční následky definované organické léze při dilataci komorového systému.

Statisticky významný rozdíl existuje i při hodnocení parametru BA–MB, ovšem střední hodnota parametru je větší v kontrolním souboru. Při extrémní variabilitě parametru BA–MB se nabízí zjednodušující interpretace – prodloužení vzdálenosti mezi vrcholem basilaris a corpora mamillaria znamená elongaci cévních kmenů, zásobujících výše zmíněné struktury a tedy možnost jejich funkční insuficience. Tuto hypotézu by mohly částečně podpořit nálezy poruch paměti u nemocných s hydrocefalem, ovšem interpretace je obtížnější.

Není naopak potvrzena hypotéza o významném rozdílu vzdáleností mezi dorsum sellae a vrcholem a. basilaris v souboru hydrocefaliků a kontrolní skupině. Z chirurgického hlediska se jedná o rozsah oblasti, kde je možné bezpečně provedení endoskopické třetí ventrikulostomie. Nelze tedy říci, že hydrocefalická dilatace komorového systému se změnami spodiny III. komory umožňuje bezpečnější provedení ETV, což částečně potvrzuje i závěry Hayashiho studie (3).

Rovněž srovnání parametrů intermamillární distance přináší významný nárůst u nemocných s hydrocefalem. Setkáváme se zde s extrémními hodnotami až 23 mm u nemocných s hydrocefalem, zatímco v kontrolní skupině nebyla intermamillární vzdálenost nikdy větší než 7,5 mm. I endoskopická

pozorování potvrdila skutečnost, že v MRI obrazu nemocných z kontrolního souboru nebyla nikdy přítomna separace mediálních okrajů corpora mamillaria a IMD se rovnala součtu poloměrů corpora mamillaria.

Studie autorů Duffnera a dalších (10) se zabývala srovnáním nálezů při vyšetření komorového systému včetně postranních komor v 3D MRI u nemocných s hydrocefalem a zdravých dobrovolníků. Ovšem u hydrocefalických nemocných se potvrdil asymetrickou dilataci komorového systému včetně III. komory. Výsledky párového testu ve skupině nemocných s hydrocefalem potvrzují pozitivní korelaci mezi rozměry III. komory. Tato korelace není ovšem potvrzena u kontrolního souboru. Negativní korelace rozměrů spodiny III. komory je vysvětlitelná pevným vztahem arteria basilaris a dorsum sellae. Duffner rovněž upozorňuje na významnou interindividuální variabilitu dilatace komorového systému ovlivňující volbu optimálního operačního přístupu při intraventrikulárních operačních výkonech i zdánlivě jednoduché punkci komory.

ZÁVĚR

Studium geometrie třetí komory při hydrocefalu ukazují především změny zásadního parametru pro stereotaktickou neurochirurgii – vzdálenosti CA–CP s možností ovlivnění vztahu struktur bazálních ganglií k této linii, což je významné zjištění pro nemocné s ventrikulomegalií a plánovaným stereotaktickým funkčním zákrokem, případně před operační intervencí v hlubokých strukturách mozku. Dalším zjištěním, částečně podpořeným i literárně, je variabilita v umístění arteria basilaris ve vztahu ke corpora mamillaria, především častá poloha a. basilaris před přední hranicí corpora mamillaria. Tato anomálie může být příčinou situace, spojená s nebezpečím pro operovaného nemocného – vstupu endoskopu do interpedunkulárního prostoru se sítí perforátorů znamenající riziko vaskulárního poškození a možnost funkční nedostatečnosti vytvořené fenestrace. Výsledky potvrzují statistickou významnost změn parametrů CA–CP, H a IMD, tedy rozměrů III. komory u nemocných s hydrocefalem. Výsledkem studia kontrolního souboru je tabulka normálních hodnot parametrů charakterizujících geometrii III. komory i její spodiny.

LITERATURA

1. **Greenberg MS.** Handbook of neurosurgery. Fourth edition. Lakeland, Florida: Greenberg Graphics 1997; 571–600.
2. **Kala M.** Hydrocefalus. Praha: Galén 2005; 15–24.
3. **Hayashi N, Endo S, Hamada H, et al.** Role of midsagittal resonance imaging in endoscopic third ventriculostomy. Minim Invasive Neurosurg 1999; 42: 181–186.
4. **Novák Z, Chrastina J.** Neuroendoskopie. Praha: Maxdorf Jesenius 2005; 137.
5. **Gammal TE, Allen MB Jr, Brooks BS, et al.** MR evaluation of hydrocephalus. Am J Roentgenol 1987; 149: 807–813.
6. **Kamel HM, Kelleher M, Aquilina K, et al.** Use of a simple intraoperative hydrostatic pressure test to assess the relationship between the mobility of the ventricular stoma and success of third ventriculostomy. J Neurosurg 2005; 103: 848–852.
7. **Segev Y, Metser U, Beni-Adani L, et al.** Morphometric study of the midsagittal MR imaging plane in cases of hydrocephalus and atrophy and in normal brains. Am J Neuroradiol 2001; 22: 1674–1679.
8. **Ernestus RI, Kruger K, Ernst S, et al.** Relevance of magnetic resonance imaging for ventricular endoscopy. Minim Invasive Neurosurg 2002; 45: 72–77.
9. **Buxton N, Turner B, Ramli N, et al.** Changes in third ventricular size with neuroendoscopic third ventriculostomy: a blinded study. J Neurol Neurosurg Psychiatr 2002; 72: 385–387.
10. **Duffner E, Schiffbauer H, Glemser D, et al.** Anatomy of the cerebral ventricular system for endoscopic neurosurgery: a magnetic resonance study. Acta Neurochir (Wien) 2003; 145: 359–368.