

Endoscopic Third Ventriculostomy Outcomes in Patients with Normal Pressure Hydrocephalus

Misagh Shafizad¹,
Sajad Shafiee¹,
Seyed Mohammad Baghbanian²,
Maryam Khoshnazar³,
Maryam Hasannezhad Reskati⁴

¹ Assistant Professor, Department of Neurosurgery, Orthopedic Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² Assistant Professor, Department of Neurology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ General Practitioner, Student Research Committee, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁴ PhD in Educational Psychology, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received September 2, 2020 ; Accepted March 9, 2021)

Abstract

Background and purpose: Endoscopic third ventriculostomy (STV) is an important technique used in treatment of various forms of adult hydrocephalus and, in many cases, is more effective than traditional shunts. This study aimed at investigating the results of ETV in patients with normal pressure hydrocephalus.

Materials and methods: This cross-sectional descriptive study was performed in 20 patients with normal pressure hydrocephalus attending Sari Imam Khomeini Hospital (2018-2020) after considering the inclusion/exclusion criteria. All patients were evaluated by the grading system of the Japanese Committee for Scientific Research on Intractable Hydrocephalus (JCSRIH). Pre-ETV indicators included: age, ICP, largest diameter of the frontal horns of the lateral ventricles, maximum width of cranial cavity, and Evans Ratio. The patients were evaluated before and after ETV, and also one week, one month, and 6 months later. Ventriculoperitoneal (VP) shunting was performed after one week, if there was no improvement in clinical symptoms.

Results: The participants included 65% men and 35% women (mean age: 75.40 ± 4.12 and ICP: 11.35 ± 0.87 mmHg). VP shunting was carried out in 55% of the patients due to lack of improvements in clinical conditions after a week. In 45% of patients, after one week, 2-3 degrees improvements were seen in symptoms based on the JCSRIH scale ($P < 0.05$).

Conclusion: ETV can be an effective treatment in patients with normal pressure hydrocephalus. Further studies are needed to clarify the pathophysiology of the disease and the dynamics of CSF.

Keywords: normal pressure hydrocephalus, endoscopic third ventriculostomy, ventriculoperitoneal shunting

J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31 (197): 162-169 (Persian).

* **Corresponding Author:** Misagh Shafizad - Orthopedic Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: Khoshnazarmaryam4@gmail.com)

بررسی نتایج ونتریکولوستومی بطن سوم اندوسکوپی (ETV) در بیماران مبتلا به هیدروسفالی با فشار نرمال

میثاق شفیع زاد^۱سجاد شفیی^۱سید محمد باغبانیا^۲مریم خوش نظر^۳مریم حسن نژاد رسکتی^۴

چکیده

سابقه و هدف: ونتروکولوستومی بطن سوم آندوسکوپی یک روشی مهم در درمان اشکال مختلف هیدروسفالی بزرگسالان است و در بسیاری از موارد، اثرگذارتر از شنت‌های سنتی است. بنابراین به بررسی نتایج ونتریکولوستومی بطن سوم آندوسکوپی در بیماران مبتلا به هیدروسفالی با فشار نرمال پرداختیم.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت توصیفی مقطعی روی ۲۰ بیمار مبتلا به هیدروسفالی با فشار نرمال مراجعه‌کننده به بیمارستان امام ساری در سال ۹۷ تا ۹۹ پس از لحاظ کردن معیار ورود و خروج صورت گرفت. درجه‌بندی هیدروسفالی با فشار نرمال در بیماران بر اساس سیستم JCSRIH انجام شد. شاخص‌های مورد بررسی قبل ETV شامل سن، ICP، بیش‌ترین قطر شاخ‌های فرونتال بطن‌های جانبی، بیش‌ترین عرض حفره کرانیال، Evans Ratio بود. بیماران قبل و بعد از انجام ETV، یک هفته، یک ماه و ۶ ماه بعد ارزیابی شدند. در صورت عدم بهبودی در علائم بالینی بیماران پس از یک هفته، تحت عمل شانت‌گذاری ونتریکولوپریتونئال قرار گرفتند.

یافته‌ها: افراد مورد مطالعه، ۶۵ درصد مرد و ۳۵ درصد زن با میانگین سنی $4/12 \pm 75/40$ سال و ICP برابر $11/35 \pm 0/87$ mmhg بودند. ۵۵ درصد از آن‌ها پس از یک هفته، بهبودی در علائم نداشته و مورد شانت‌گذاری قرار گرفتند. در مقابل در ۴۵ درصد از بیماران پس از یک هفته بین ۲ تا ۳ گرید (درجه) بهبودی براساس مقیاس درجه‌بندی JCSRIH مشاهده گردید ($P < 0/05$).

استنتاج: به عنوان یک درمان، ETV می‌تواند در بیماران مبتلا به هیدروسفالی با فشار نرمال موثر باشد. مطالعات بیش‌تری در ارتباط با روشن‌تر شدن پاتوفیزیولوژی بیماری، دینامیک مایع مغزی نخاعی مورد نیاز است.

واژه‌های کلیدی: هیدروسفالی با فشار نرمال، ونتریکولوستومی بطن سوم آندوسکوپی، شانت‌گذاری ونتریکولوپریتونئال

مقدمه

هیدروسفالی با فشار نرمال (NPH) یک بیماری مزمن است که به دو دسته ارتباطی و غیرارتباطی (انسدادی) تقسیم می‌شود (۱). NPH نخستین بار توسط Hakim و Adam در سال ۱۹۶۵ شرح داده شد و به نام سندرم Adam نامیده می‌شود (۲). این بیماری با سه علامت بالینی مشخص می‌شود:

E-mail: mi.shafizad@gmail.com

مولف مسئول: میثاق شفیع زاد- ساری: مرکز آموزشی درمانی امام خمینی (ره)، مرکز تحقیقات ارتوپدی

۱. استادیار، گروه جراحی مغز و اعصاب، مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. استادیار، گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. دانشجو پزشکی عمومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۴. دکتری روانشناسی تربیتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۱۲ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۹/۶/۳۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹

اختلالات راه رفتن و تعادل، مهم‌ترین علامت است، در حالی که معمولاً با پیشرفت بیماری، کاهش شناختی و بی‌اختیاری ادرار ظاهر می‌شود (۴،۳). اختلال راه رفتن و تعادل به صورت ترکیبی از اختلالات حرکتی، از دست رفتن رفلکس‌های صحیح وضعیتی، تعقیب غیرطبیعی و شکست در ساپرس رفلکس‌های وستیبولواکولار می‌باشد (۶،۵) که معمولاً از اولین نشانه‌های هیدروسفالی با فشار نرمال بوده که در ادامه با دمانس و در نهایت با اختلال ادراری همراه می‌گردد (۷). به‌طور کلی شانت گذاری و نتریکولوپریتونال به‌عنوان اولین گزینه درمان هیدروسفالی با فشار نرمال است. با این حال، عوارض متعددی شامل عفونت شانت، تخلیه‌ی بیش از اندازه و اختلال عملکرد شانت نظیر انسداد را به همراه دارد (۸-۱۳). برخی مطالعات شکستی بالاتر از ۵۹ درصد را در ۶ ماه پس از شانت گذاری گزارش کرده‌اند (۱۴). در پی برخی از این عوارض، و نتریکولوستومی بطن سوم اندوسکوپیک (ETV) به‌عنوان یکی از مداخلات جراحی در درمان هیدروسفالی به‌عنوان جایگزینی برای شانت گذاری ظهور پیدا کرد؛ اگرچه گزارش‌هایی مبنی بر اثربخشی درمانی ETV در برابر شانت گذاری در برخی از مطالعات دیده شده است (۱۶،۱۵).

گزارش‌هایی نیز مبنی بر وجود میزان بالای عوارض به‌دنبال ETV وجود دارد (۱۷). به هر حال تأثیرات درمانی روش‌هایی که بدون استفاده از هر گونه وسیله خارجی می‌باشد، ارجح‌تر از شانت گذاری برای جمعیت بزرگی از بیماران هیدروسفالی است. مطالعات متعددی بیانگر تأثیر غالب ETV شامل گروه بیماران اطفال (۱۸-۲۱) یا ترکیبی از جمعیت اطفال و بزرگسال می‌باشد (۲۲-۲۷). این مطالعه با هدف بررسی میزان تأثیر ETV در بهبود علائم بیماران در گروه افراد بالای ۵۰ سال مبتلا به هیدروسفالی با فشار نرمال صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به صورت مقطعی توصیفی در بیماران

مراجعه‌کننده به بیمارستان امام (ره) ساری در سال‌های ۹۷ تا ۹۹ انجام شد. پس از کسب مجوز از کمیته اخلاق در پژوهش IR.MAZUMS.REC.1398.1411 تعداد ۲۰ بیمار با توجه به مطالعه Kang و همکارانش (۲۸) به روش سرشماری وارد مطالعه شدند. معیار ورود شامل دو یا بیش‌تر از دو علامت کلاسیک تریاد JCSRIH^۱ (اختلال تعادلی، دمانس یا اختلال ادراری) برای ۳ تا ۱۲ ماه، اتساع بطن بدون سابقه‌ای از عفونت، آسیب مغزی و یا خونریزی مغزی، ICP کم‌تر از ۱۵cmH₂O (۱۴-۸cmH₂O)، MRI بیماران نشان‌دهنده دیلاتاسیون متوسط بطن چهارم مغزی، تشخیص NPH توسط دو همکار نورولوژیست، عدم وجود بیماری‌های زمینه‌ای همراه، عدم وجود شانت قبلی، سن بالای ۵۰ سال بود. معیار خروج شامل: کاهش سطح هوشیاری (GCS زیر ۱۵)، وجود دیابت، سابقه انفارکت مغزی قبلی، وجود ضایعه در MRI یا CT scan بود. همه بیماران تحت معاینه بالینی، تصویربرداری مغزی (MRI) و اندازه‌گیری ICP از طریق LP قرار گرفتند. علاوه بر این تحت ارزیابی توسط سیستم درجه‌بندی کمیته ژاپنی جهت تحقیقات علمی در هیدروسفالی خود به خودی (۲۹) (JCSRIH) نیز قرار گرفتند (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: سیستم Grading بیماران مبتلا به NPH بر اساس سیستم JCSRIH

Grading	تعریف
اختلال گت	
۰	Normal
۱	Unstable but independent
۲	Walking with one cane
۳	Walking with two canes or a walker frame
۴	Walking not possible
دمانس	
۰	Within normal range
۱	No apparent dementia but apathetic
۲	Socially dependent but independent at home
۳	Partially dependent at home
۴	Totally dependent
بی‌اختیاری ادرار	
۰	Absent
۱	Absent but with urgency
۲	Sometimes only at night
۳	Sometimes during the day
۴	Frequent

1. Japanese Committee for Scientific Research on Intractable Hydrocephalus

میزان Evans Ratio در ۲۰ بیمار مورد مطالعه ۰/۳۵ و کم‌ترین میزان آن ۰/۲۶ mm بود (جدول شماره ۳). ارزیابی بیماران مبتلا به NPH پیش از ETV و در پیگیری‌های بعدی با استفاده از سیستم درجه‌بندی JCSRIH مطابق جدول شماره ۱ انجام شده است که نتایج آن در جدول شماره ۴ قابل مشاهده است.

بر این اساس، در ۱۱ بیمار (۵۵ درصد) با گذشت ۱ هفته هیچ‌گونه بهبودی پس از ETV مشاهده نگردید، در ۹ بیمار دیگر (۴۵ درصد) پس از گذشت ۱ هفته از انجام ETV، ۲ گرید کاهش در ۶ بیمار (۳۰ درصد) و ۳

مجموع امتیاز تریاد علائم جهت ارزیابی شدت علائم بالینی قبل و پس از عمل مورد استفاده قرار گرفت. تمام بیماران ۱ هفته، ۱ ماه و ۶ ماه پس از انجام ETV مورد ارزیابی قرار گرفتند. در صورت عدم بهبود علائم پس از ۱ هفته، بیماران کاندید شانت‌گذاری قرار گرفتند. توصیف و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS V.26 انجام شد در صورت توزیع نرمال داده‌ها از میانگین، انحراف معیار، میانه و در صورت توزیع غیرنرمال میانه، بیش‌ترین و کم‌ترین آن استفاده شد. و در همه موارد مقدار P دو طرفه کم‌تر از ۰/۰۵ معیار قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته‌ها و بحث

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، میانگین سنی بیماران مبتلا به NPH $75/40 \pm 4/12$ سال بود (جدول شماره ۲).

از ۲۰ بیمار شرکت‌کننده در مطالعه ۱۳ نفر مرد (۶۵ درصد) و ۷ نفر زن (۳۵ درصد) بودند. میانه ICP در بیماران ۱۱ cmH₂O بوده که از این میان بالاترین مقدار ICP (۱۳ cmH₂O) و کم‌ترین مقدار آن (۱۰ cmH₂O) بود. میانه Evans Ratio در بیماران ۰/۳۲ بوده که بالاترین

جدول شماره ۲: بررسی میانگین متغیرهای پارامتریک در مبتلایان NPH به

متغیر	تعداد	انحراف معیار $\pm$ میانگین	سطح معنی داری
سن (سال)	۲۰	$75/40 \pm 4/12$	۰/۳۰۰
ICP (cmH ₂ O)	۲۰	$11/35 \pm 0/87$	۰/۰۰۱
بیشترین قطر شاخ‌های فرونتال بطن‌های جانبی (mm)	۲۰	$33/63 \pm 2/75$	۰/۱۷۶
بیشترین عرض حفره کرانیال (mm)	۲۰	$10/5/63 \pm 5/86$	۰/۳۰۰
Evans Ratio	۲۰	$0/31 \pm 0/02$	۰/۰۰۱

جدول شماره ۳: بررسی میانه‌های ناپارامتریک در مبتلایان NPH به

متغیر	میانه	بیش‌ترین	کم‌ترین
Evans Ratio	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۲۶
ICP	۱۱	۱۳	۱۰

جدول شماره ۴: بررسی میزان بهبود علائم بیماران مبتلا به NPH پس از ETV

بیماران	Gait Disturbance				Dementia				Urinary Incontinence				Grade			
	Preop	1w	Postop 1m	6m	Preop	1w	Postop 1m	6m	Preop	1w	Postop 1m	6m	Preop	1w	Postop 1m	6m
	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴
۱	۱	۳	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۷	۵	۲	۱
۲	۳	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۶	۴	۲	۲
۳	۴	۳	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۸	۵	۳	۲
۴	۴	۳	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۶	۴	۲	۱
۵	۳	۲	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۶	۴	۲	۱
۶	۳	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۵	۳	۱	۰
۷	۴	۳	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۸	۵	۳	۲
۸	۴	۳	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۶	۴	۳	۲
۹	۴	۳	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۰	۰	۸	۵	۳	۲
۱۰	۳	۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۴	۴	۱	۰
۱۱	۴	۴	۲	۰	۲	۲	۱	۱	۳	۳	۰	۰	۹	۹	۳	۰
۱۲	۳	۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۴	۴	۱	۰
۱۳	۴	۴	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۰	۰	۷	۷	۲	۱
۱۴	۴	۴	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۶	۶	۳	۲
۱۵	۴	۴	۱	۰	۲	۳	۲	۱	۲	۲	۰	۰	۸	۹	۳	۱
۱۶	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۲	۰	۰
۱۷	۳	۳	۲	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۵	۳	۱	۰
۱۸	۳	۳	۲	۰	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۰	۰	۶	۶	۳	۱
۱۹	۲	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۳	۰	۰
۲۰	۲	۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۳	۱	۰

گرید کاهش در ۳ بیمار (۱۵ درصد) نسبت به پیش از ETV مشاهده شد. پس از گذشت ۱ ماه، ۳ گرید کاهش در ۱ بیمار (۵ درصد)، ۴ گرید کاهش در ۴ بیمار (۲۰ درصد) و ۵ گرید کاهش در ۴ بیمار (۲۰ درصد) نسبت به پیش از انجام ETV مشاهده شد. پس از گذشت ۶ ماه، ۴ گرید کاهش در ۱ بیمار (۵ درصد)، ۵ گرید کاهش در ۳ بیمار (۱۵ درصد)، ۶ گرید کاهش در ۴ بیمار (۲۰ درصد) و ۷ گرید کاهش در ۱ بیمار (۵ درصد) نسبت به پیش از ETV مشاهده شد. نتایج بررسی و نتریکولوستومی بطن سوم اندوسکوپیک در بیماران مبتلا به هیدروسفالی با فشار نرمال نشان داد ETV یک روش کم تهاجم مؤثر در مبتلایان به NPH می باشد. NPH به صورت تئوری یکی از علل قابل برگشت دمانس می باشد که با تریاد دمانس، اختلال تعادل در قدم برداشتن و بی اختیاری تشخیص داده می شود (۳۰). دمانسی که به دنبال این بیماری ایجاد خواهد شد، با کندی سایکوموتور، عدم توجه، اختلال تصمیم گیری و درک فضایی شناخته می شود. بی اختیاری ادرار از تظاهرات انتهایی بیماری می باشد و ممکن است بیمار متوجه آن نشود (۳۱). حدود ۶۰ درصد از بیماران هیدروسفالی با فشار نرمال ایدیوپاتیک (بدون علت) به شانت گذاری پاسخ می دهند و تقریباً ۴۰ درصد از آن ها بهبودی همیشگی دارند. عوارض شانت گذاری تقریباً در ۴۰ درصد موارد دیده می شود که شامل: عفونت شانت، عملکرد نامناسب یا تخلیه بیش از حد و مالفورماسیون شانت که مستلزم تعویض شانت است، می شود (۳۲-۳۴). ۲۲ درصد بیماران نیازمند جراحی مجدد بوده و ۶ درصد تجربه نقص عصبی دائمی یا مرگ پس از شانت گذاری در NPH ایدیوپاتیک دارند (۳۵، ۳۶). عوارض ناشی از ETV در ۳ تا ۳۸ درصد بیماران اتفاق می افتد (۳۷، ۳۸). از جمله این عوارض، خونریزی به دنبال جراحی در سطح شبکه کورویید، دیواره های بطنی، و نتریکولوستومی یا سیستم اینترپداندکولار می باشد در حالی که خونریزی ساب دورال یا داخل پارانشیمی، نقص های عصبی گذرا، نشت CSF و عفونت

شامل این عوارض نمی باشند (۳۵). در مطالعه ما هیچ عارضه ای در این بیماران مشاهده نشد. Mathew و همکارانش در مطالعه ای استفاده از ETV در درمان NPH ایدیوپاتیک را با نتایج خوب و قابل قبول با درصد موفقیت کلی حدود ۷۵ درصد گزارش کرده اند (۳۹).

این میزان در مطالعه Gangemi و همکارانش ۷۲ درصد گزارش شده است (۳۷). در مطالعه حاضر این درصد موفقیت در ۲۰ بیمار مورد مطالعه ۴۵ درصد می باشد که از دلایل آن می توان به تکنیک و مهارت و تجربه جراح و مدت زمان علامت دار شدن بیمار و مراجعه به پزشک اشاره داشت.

در مطالعه Kangnv و همکارانش در زمینه بررسی اثربخشی و نتریکولوستومی اندوسکوپیک بطن سوم یا ETV در درمان هیدروسفالی با فشار نرمال (NPH)، ۲۱ بیمار مسن مبتلا به NPH وارد مطالعه شدند. در ۸۰ درصد از بیماران با primary NPH، بهبودی کلینیکال به صورت قابل توجهی دیده شد. علائم بالینی ۱۳/۳ درصد از بیماران بعد از ETV همچنان بدون تغییر باقی مانده بود. در بیماران مبتلا به secondary NPH نیز میزان موفقیت روند درمانی از نظر بهبودی علائم ۸۳/۳ درصد بود (۲۸). انجام ETV سبب کاهش کوچکی در فشار CSF داخل بطنی مشابه شانت گذاری می شود. از سوی دیگر این امر سبب افزایش جریان خون مغزی و فشار پرفیوژن مغزی و نهایتاً بهبود علائم بیمار می گردد.

گرچه ممکن است در مراحل ابتدایی NPH (قبل از آسیب به پارانشیم نواحی پری و نتریکولار مغزی) بهبود دینامیک بعد ETV بهتر باشد (۱۲)، اما برخی مطالعات گزارش مورد، موفقیت این روش را در بیمارانی با ICP بالای ۲۵cmH₂O که با روش های دیگر مانند شنت گذاری موفق نبوده است، اعلام کرده اند (۴۰). در مطالعه ما نیز در ۲۰ بیمار مورد مطالعه، مدت زمان علامت دار شدن بیماران از ۳ تا ۱۲ ماه متغیر بود. در این مطالعه ETV به عنوان اولین قدم موفقیت آمیز در بیماران مبتلا به NPH

(پیگیری) در بیماران نیز از دیگر محدودیت‌های این مطالعه می‌باشد که بعد ۶ ماه می‌باشد. این درحالی است که عوارضی از ETV ممکن است پس از یک سال رخ دهد. مطالعات بیش‌تر با حجم نمونه بالاتر و مدت زمان فالوآپ طولانی‌تر جهت بررسی تأثیر طولانی مدت درمان بیماران مبتلا به NPH با روش ETV و همچنین طراحی مطالعات مقایسه‌ای جهت تأثیر اثر بخشی ETV در برابر روش شانت گذاری و نیز بررسی مقایسه‌ای عوارض این دو روش در آینده پیشنهاد می‌گردد.

قبل از شانت گذاری با علائم خفیف، برجسته بودن بیش‌تر اختلال گیت با دمانس و اختلال ادراری خفیف یا عدم دمانس صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و مطالعات مشابه، ETV درمانی مؤثر به مانند شانت گذاری در مبتلایان به NPH می‌باشد (۴۳-۴۱). بیماران باید هر چه زودتر پیش از آسیب احتمالی دائمی مغزی تحت درمان قرار بگیرند.

از جمله محدودیت‌های این مطالعه، حجم کم جامعه مورد مطالعه می‌باشد. مدت زمان کوتاه فالوآپ

References

1. Espay AJ, Da Prat GA, Dwivedi AK, Rodriguez-Porcel F, Vaughan JE, Rosso M, et al. Deconstructing normal pressure hydrocephalus: ventriculomegaly as early sign of neurodegeneration. *Ann Neurol* 2017; 82(4): 503-513.
2. Mongin M, Hommet C, Mondon K. Normal pressure hydrocephalus: A review and practical aspects. *Rev Med Interne* 2015; 36(12): 825-833.
3. Relkin N, Marmarou A, Klinge P, Bergsneider M, Black PM. Diagnosing idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Neurosurgery* 2005; 57(suppl 3): S2-16.
4. Mori E, Ishikawa M, Kato T, Kazui H, Miyake H, Miyajima M, et al. Guidelines for management of idiopathic normal pressure hydrocephalus. *Neurol Med Chir* 2012; 52(11): 775-809.
5. Estanol BV. Gait apraxia in communicating hydrocephalus. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1981; 44(4): 305-308.
6. Corkill RG, Cadoux-Hudson TA. Normal pressure hydrocephalus: developments in determining surgical prognosis. *Curr Opin Neurol* 1999; 12(6): 671-677.
7. Graff-Radford NR, Godersky JC. Normal-pressure hydrocephalus: onset of gait abnormality before dementia predicts good surgical outcome. *Arch Neurol* 1986; 43(9): 940-942.
8. Drake JM, Kestle JR, Milner R, Cinalli G, Boop F, Piatt J, et al. Randomized trial of cerebrospinal fluid shunt valve design in pediatric hydrocephalus. *Neurosurgery* 1998; 43(2): 294-303.
9. Hayden PW, Shurtleff DB, Stuntz TJ. A longitudinal study of shunt function in 360 patients with hydrocephalus. *Dev Med Child Neurol* 1983; 25(3): 334-337.
10. Hoppe-Hirsch E, Laroussinie F, Brunet L, Sainte-Rose C, Renier D, Cinalli G, et al. Late outcome of the surgical treatment of hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 1998; 14(3): 97-99.
11. Kestle J, Drake J, Milner R, Sainte-Rose C, Cinalli G, Boop F, et al. Long-term follow-up data from the Shunt Design Trial. *Pediatr Neurosurg* 2000; 33(5): 230-236.
12. Dandy WE. Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles. *Ann Surg* 1918; 68(1): 5-11.

13. Sainte-Rose C, Piatt JH, Renier D, Pierre-Kahn A, Hirsch JF, Hoffman HJ, et al. Mechanical complications in shunts. *Pediatr Neurosurg* 1991; 17(1): 2-9.
14. Reddy GK, Bollam P, Shi R, Guthikonda B, Nanda A. Management of adult hydrocephalus with ventriculoperitoneal shunts: long-term single-institution experience. *Neurosurgery* 2011; 69(4): 774-780.
15. Hailong F, Guangfu H, Haibin T, Hong P, Yong C, Weidong L, et al. Endoscopic third ventriculostomy in the management of communicating hydrocephalus: a preliminary study. *J Neurosurg* 2008; 109(5): 923-930.
16. Gangemi M, Maiuri F, Buonomassa S, Colella G, de Divitiis E. Endoscopic third ventriculostomy in idiopathic normal pressure hydrocephalus. *Neurosurgery* 2004; 55(1): 129-134.
17. Chan AK, McGovern RA, Zacharia BE, Mikell CB, Bruce SS, Sheehy JP, et al. Inferior short-term safety profile of endoscopic third ventriculostomy compared with ventriculoperitoneal shunt placement for idiopathic normal-pressure hydrocephalus: a population-based study. *Neurosurgery* 2013; 73(6): 951-961.
18. Beems T, Grotenhuis AJ. Is the success rate of endoscopic third ventriculostomy age-dependent? An analysis of the results of endoscopic third ventriculostomy in young children. *Childs Nerv Syst* 2002; 18(11): 605-608.
19. Beems T, Grotenhuis JA. Long-term complications and definition of failure of neuroendoscopic procedures. *Child Nerv Syst* 2004; 20(11-12): 868-877.
20. Cinalli G, Sainte-Rose C, Chumas P, Zerah M, Brunelle F, Lot G, et al. Failure of third ventriculostomy in the treatment of aqueductal stenosis in children. *J Neurosurg* 1999; 90(3): 448-454.
21. Ray P, Jallo GI, Kim RY, Kim BS, Wilson S, Kothbauer K, Abbott R. Endoscopic third ventriculostomy for tumor-related hydrocephalus in a pediatric population. *Neurosurg Focus* 2005; 19(6): E8.
22. Baldauf J, Fritsch MJ, Oertel J, Gaab MR, Schröder H. Value of endoscopic third ventriculostomy instead of shunt revision. *Minim Invasive Neurosurg* 2010; 53(04): 159-163.
23. Fukuhara T, Vorster SJ, Luciano MG. Risk factors for failure of endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus. *Neurosurgery* 2000; 46(5): 1100-1109.
24. O'Brien DF, Javadpour M, Collins DR, Spennato P, Mallucci CL. Endoscopic third ventriculostomy: an outcome analysis of primary cases and procedures performed after ventriculoperitoneal shunt malfunction. *J Neurosurg* 2005; 103(Suppl 5): 393-400.
25. Rahme R, Rahme RJ, Hourani R, Moussa R, Nohra G, Okais N, et al. Endoscopic third ventriculostomy: the Lebanese experience. *Pediatric Neurosurg* 2009; 45(5): 361-367.
26. Sacko O, Boetto S, Lauwers-Cances V, Dupuy M, Roux FE. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis in 368 procedures. *J Neurosurg Pediatr* 2010; 5(1): 68-74.
27. Schroeder HW, Niendorf WR, Gaab MR. Complications of endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg* 2002; 96(6): 1032-1040.
28. Kang YS, Park EK, Kim JS, Thomale UK, Shim. Efficacy of endoscopic third ventriculostomy in old aged patients with normal pressure hydrocephalus. *Neurol Neurochir pol* 2018; 52(1): 29-34.

29. Mori K. Management of idiopathic normal-pressure hydrocephalus: a multi-institutional study conducted in Japan. *J Neurosurg* 2001; 95(6): 970-973.
30. Yadav YR, Parihar V. Management of hydrocephalus in patients with tuberculous meningitis. *Neurol India* 2009; 57(5): 691-691.
31. Di Rocco C, Massimi L, Tamburrini G. Shunts vs endoscopic third ventriculostomy in infants: are there different types and/or rates of complications? *Childs Nerv Syst* 2006; 22(12): 1573-1589.
32. Schroeder HW, Niendorf WR, Gaab MR. Complications of endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg* 2002; 96(6): 1032-1040.
33. Broggi M, Zattra CM, Schiariti M, Acerbi F, Tringali G, Falco J, et al. Diagnosis of ventriculoperitoneal shunt malfunction: a practical algorithm. *World Neurosurg* 2020; 137: e479-e486
34. Truffelli M, Ceraudo M, Cavelli M, Prior A, Balestrino A, Fiaschi P. Letter to the editor regarding "Diagnosis of Ventriculoperitoneal Shunt Malfunction: A Practical Algorithm. *World Neurosurg* 2020; 140: 455.
35. Hebb AO, Cusimano MD. Idiopathic normal pressure hydrocephalus: a systematic review of diagnosis and outcome. *Neurosurgery* 2001; 49(5): 1166-1186.
36. Torsnes L, Blåfjeldal V, Poulsen FR. Treatment and clinical outcome in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus—a systematic review. *Dan Med J* 2014; 61(10): A4911.
37. Gangemi M, Maiuri F, Buonamassa S, Colella G, de Divitiis E. Endoscopic third ventriculostomy in idiopathic normal pressure hydrocephalus. *Neurosurgery* 2004; 55(1): 129-134.
38. Teo C, Rahman S, Boop FA, Cherny B. Complications of endoscopic neurosurgery. *Childs Nerv Syst* 1996; 12(5): 248-253.
39. Mithchel P, Mathew B. Third ventriculostomy in normal pressure hydrocephalus. *Br J Neurosurgery* 1999; 13(4): 382-385.
40. Trenchfield D, Long D, Shah A, Desai D, Gudoor P, Eichberg De, et al. The Use of Endoscopic Third Ventriculostomy as Treatment for Idiopathic Intracranial Hypertension: Case Report and a Review of Previously Reported Cases. *World Neurosurgery* 2020; 141: 373-376.
41. Balevi M. Endoscopic third ventriculostomy in normal pressure hydrocephalus and symptomatic long-standing overt ventriculomegaly. *Asian J Neurosurgery* 2017; 12(4): 605-612.
42. Tudor KI, Tudor M, McCleery J, Car J. Endoscopic third ventriculostomy (ETV) for idiopathic normal pressure hydrocephalus (iNPH). *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 29(7): CD010033.
43. Tasiou A, Brotis AG, Esposito F, Paterakis KN. Endoscopic third ventriculostomy in the treatment of idiopathic normal pressure hydrocephalus: a review study. *Neurosurg Rev* 2016; 39(4): 557-563.