

Ventriculocisternostomie endoscopique : Étude sur 636 procédures

Endoscopic Third Ventriculostomy: Outcome Analysis in 636 Procedures

O Sacko [1], A De Barros [1,2], S Boetto [1], P Chhun [3], FE Roux [1,2]

1. Pôle neurosciences - Service de neurochirurgie - Centre Hospitalo-Universitaire de Toulouse - 31059 Toulouse.
2. Université Paul-Sabatier - 118, route de Narbonne - 31059 Toulouse.
3. University of Health Sciences - Calmette Hospital - Phnom Penh - Cambodia.

Mots clés

- ◆ Ventriculocisternostomie endoscopique
- ◆ Hydrocéphalie
- ◆ Valves de dérivation
- ◆ Pédiatrie

Résumé

Objectif : Même en absence d'étude comparative randomisée, la ventriculocisternostomie endoscopique (VCE) est considérée comme la technique de choix pour traiter les hydrocéphalies obstructives. Certains facteurs associés à cette technique comme l'âge, les causes de l'hydrocéphalie et les résultats à long terme font encore débat. Les buts de cette étude sont de présenter notre expérience sur une large série de patients et d'en évaluer l'efficacité.

Méthode : Entre 1999 et 2014, 636 VCE ont été réalisées chez 607 patients au CHU de Toulouse. Nous avons défini qu'une VCE était efficace quand après la procédure les symptômes liés à l'hydrocéphalie disparaissaient et le patient n'avait plus besoin d'une valve de dérivation.

Résultats : Les tumeurs (47 %) et les sténoses de l'aqueduc de Sylvius (18 %) ont été les principales causes d'hydrocéphalie retrouvées. L'âge moyen et le suivi moyen étaient respectivement de 35 ans (de 2 jours à 88 ans) et 34 mois (de 6 à 156 mois). La morbidité globale a été dans cette étude de 8.8 % et le succès de la VCE de 73 % (466 sur 636 procédures). Les meilleurs taux de succès de la VCE ont été retrouvés dans les tumeurs de la glande pinéale (93 % des cas), les tumeurs de la fosse postérieure (89 %), les kystes arachnoïdiens suprasellaires (79 %), les sténoses de l'aqueduc (77 %) et les hématomes cérébelleux (73 %). Au contraire, les hydrocéphalies en relation avec une hémorragie néonatale et les hydrocéphalies infectieuses ou chroniques de l'adulte ont un taux de succès significativement inférieur ($p < 0,001$) aux précédents. Une très large majorité de complications a été jugée comme mineure. Les patients de moins de 6 mois ont eu 5 fois plus de risques de dysfonctionnement de la VCE que les patients plus âgés ($p < 0,001$). La plupart des dysfonctionnements de la VCE (85 %) se sont produits dans les 6 mois après l'opération.

Conclusion : La ventriculocisternostomie présente peu de complications et est une technique efficace pour traiter durablement une large majorité d'hydrocéphalies obstructives.

Keywords

- ◆ Endoscopic third ventriculostomy
- ◆ Hydrocephalus
- ◆ Shunt
- ◆ Pediatric patients

Abstract

Objective: Although endoscopic third ventriculostomy (ETV) has been accepted as a procedure of choice for the management of obstructive hydrocephalus, the outcome of this treatment could be controversial with regard to age, cause, and long-term follow-up results. The aim of this study was to present our ETV experience and to assess the risk of failure associated with these factors.

Methods Between: 1999 and 2014, 636 ETVs were performed in 607 patients (279 patients < 18 years of age) with hydrocephalus at the University Hospital of Toulouse. Failure of ETV was defined as cases requiring any subsequent surgical procedure for CSF diversion.

Results: Tumors (47%) and primary aqueductal stenosis (18%) were the most common causes of hydrocephalus. The mean age was 34 yrs (range 2 days - 88 yrs). The mean follow-up period was 35 months (range 6-156 months), and the overall success rate was 73% (466 of the 636 procedures). Patients < 6 months of age had a 5-fold increased risk of ETV failure than older patients. Neonatal hemorrhage, infection-related hydrocephalus, and idiopathic chronic hydrocephalus had a higher risk of failure than other causes. The best success rates were obtained in pineal tumors (93% of cases), posterior fossa tumors (89%), supra sellar arachnoid cysts (79%), aqueductal stenosis (77%) and cerebellar hematomas (73%). Most failures (85%) occurred within 6 months of the initial procedure. The overall morbidity rate was 8.8%, although most complications were minor.

Conclusions: Endoscopic third ventriculostomy is a safe procedure and an effective treatment option for obstructive hydrocephalus. Factors indicating potential poor ETV outcome seem to be very young children, neonatal hemorrhage-related, chronic hydrocephalus in adults, and infection-related hydrocephalus.

L'hydrocéphalie est une dilatation active des ventricules cérébraux liée à un trouble de circulation et ou de résorption du liquide cérébro-spinal (LCS) ; sa prévalence est de 0.82/1000

(1). Depuis l'introduction des valves de dérivation dans les années 1970 (2), le traitement de l'ensemble des hydrocéphalies se faisait en utilisant ces valves ventriculopéritonéales ou

Correspondance :

Dr Oumar Sacko

Service de neurochirurgie - Hôpital Purpan - F-31059 Toulouse - France.

Tel : 33 (0) 561 77 22 67 / Fax : 33 (0) 561 77 76 78 / E-mail : oumarsacko36@yahoo.fr

Disponible en ligne sur www.acad-chirurgie.fr

1634-0647 - © 2015 Académie nationale de chirurgie. Tous droits réservés.

DOI : 10.14607/emem.2015.4.065

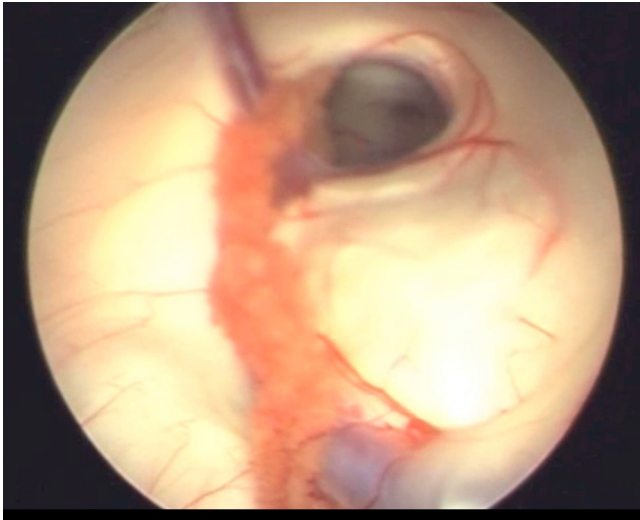


Figure 1. Ventricule latéral, trou de Monroe.

ventriculocardiaques (3,4). Ce traitement reste le principal (et parfois le seul) traitement dans de nombreux pays. Hélas, ces valves de dérivation sont associées à de nombreux problèmes en particulier infectieux ou de dysfonctionnement (5,6).

Le développement de l'endoscopie cérébrale notamment par les progrès dans la conception des fibres optiques a permis d'utiliser la ventriculocisternostomie endoscopique (VCE) dans le traitement des hydrocéphalies. Son efficacité a été confirmée par des études sur plusieurs centaines de patients (7,8) et bien que débattu (9), son taux de dysfonctionnement est moindre que celui des valves de dérivation ventriculopéritonéales (10). Contrairement aux valves, la VCE ne laisse aucun corps étranger chez le patient. Son taux de complication est aussi inférieur à celui d'une valve de dérivation (11). Elle pourrait être aussi une source d'économie en diminuant le cout global de traitement des hydrocéphalies (8). Toutefois, la ventriculocisternostomie ne peut être utilisée que principalement dans le traitement des hydrocéphalies non communicantes (12).

Notre service utilise cette technique depuis 1999 chez les adultes et les enfants (8,13-15). Cette étude rétrospective porte sur nos 15 ans d'expérience et plus de 600 patients et a été réalisée pour évaluer son efficacité globale d'abord et

plus spécifique ensuite en fonctions des différentes tranches d'âge et étiologies des hydrocéphalies.

Matériel et méthode

En 15 ans, entre Juillet 1999 et décembre 2014, 636 ventriculocisternostomies (VCE) ont été réalisées chez 607 patients consécutifs dans le service de Neurochirurgie de Purpan du CHU de Toulouse. Dans cette étude rétrospective, nous avons étudié les paramètres suivants : âge, sexe, histoire clinique, étiologie de l'hydrocéphalie, taille des ventricules, interventions précédemment effectuées pour traiter l'hydrocéphalie (valve de dérivation, précédente VCE), antécédents d'infection ou d'hémorragie, complications opératoires et postopératoires, durée d'hospitalisation et bien sûr le taux de dysfonctionnement de la VCE. Les moyens permettant de calculer ce taux sont un point essentiel. Nous avons considéré que le but essentiel de la VCE était de faire disparaître les signes cliniques en rapport avec l'hydrocéphalie et d'éviter la mise en place d'une valve de dérivation. Nous n'avons pas pris comme critère de succès la baisse de la taille des ventricules. Donc, pour cette série comme dans les séries précédemment publiées par notre équipe, nous avons défini le succès de la VCE comme étant l'amélioration clinique des patients associée à l'absence de mise en place d'une valve de dérivation. Ce critère peut être débattu mais reste celui aussi utilisé par d'autres équipes utilisant cette technique depuis longtemps et avec un volume important de patients (7).

Les causes de l'hydrocéphalie ont été classifiées comme suit : sténose primaire de l'aqueduc de Sylvius, hydrocéphalie « tumorale » (tumeurs de la pinéale, de la plaque tectale, de la fosse postérieure ou de la partie postérieure du 3ème ventricule), hydrocéphalie post hémorragique (enfants prématurés, fosse postérieure, sous arachnoïdienne ou autres hémorragies), hydrocéphalie chronique de l'adulte (« pression normale »), hydrocéphalie post méningite, et enfin hydrocéphalies en rapport avec différentes malformations de l'enfant et en particulier des dysraphismes (malformation de Chiari II par exemple).

Nous avons considéré que devaient être considérés comme « complications » pendant ou après l'intervention, les fuites de LCS, les méningites et infection de cicatrice postopératoires avec ou sans germe retrouvé, les hématomes cérébraux visibles au scanner, les crises d'épilepsie aggravées en nombre ou durée après l'intervention et les collections sous durales. Les saignements pendant l'intervention de petit vo-

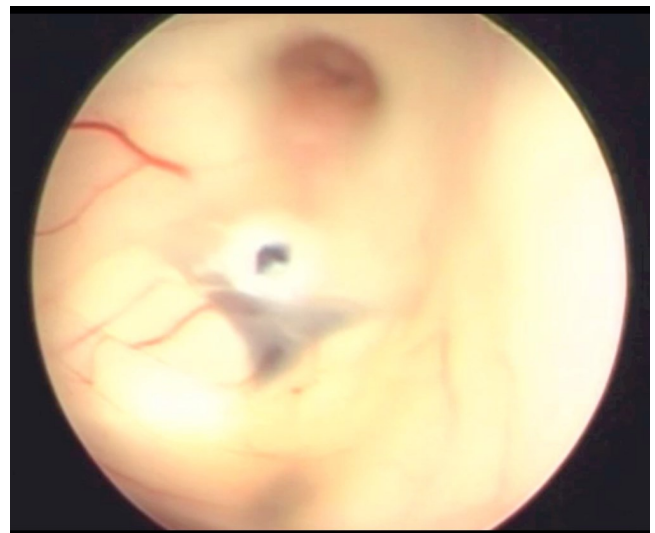
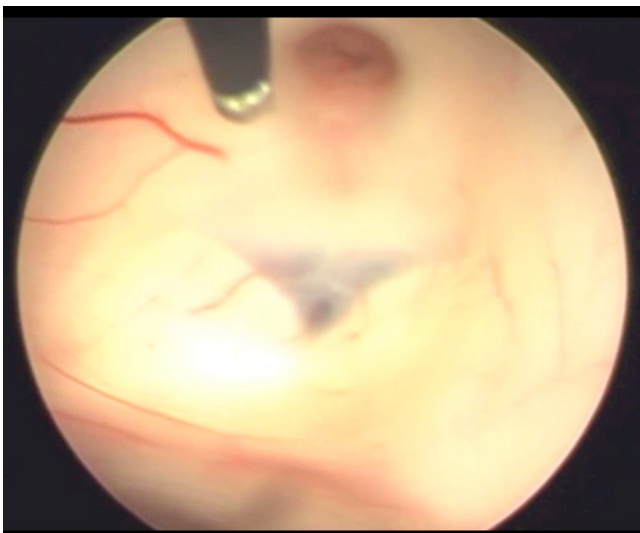


Figure 2 et 3. Perforation du plancher du troisième ventricule.

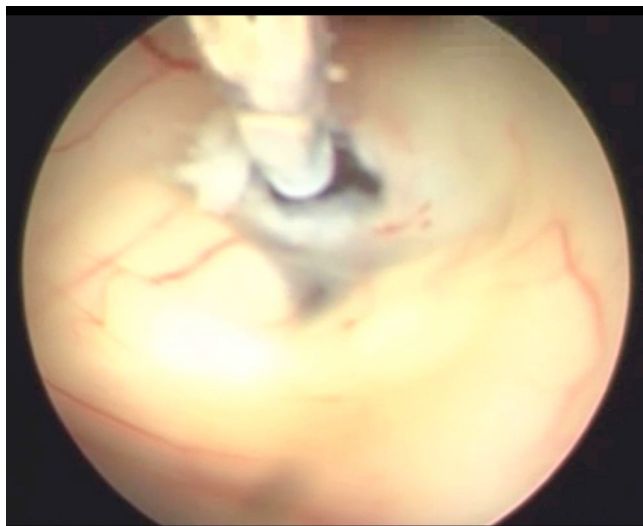


Figure 4. Stomie dilatée par le ballonnet.

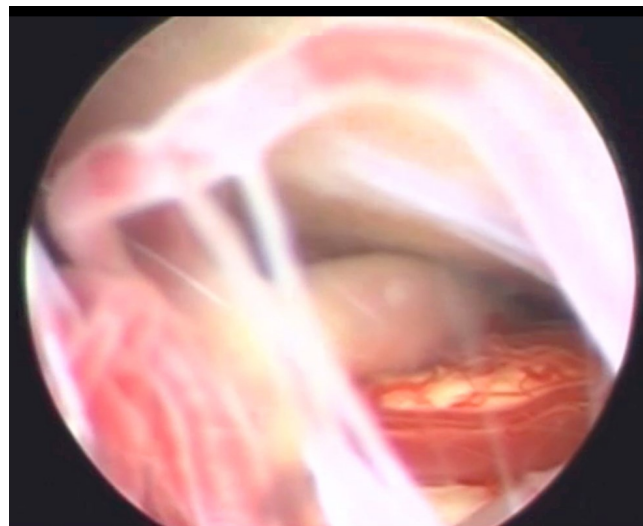


Figure 5. Citerne inter pédonculaire, la membrane de Liliequist est effondrée.

lume et résolutifs au lavage ou non visibles au scanner post opératoires et sans conséquence clinique évidente n'ont pas été considérés comme des complications.

Technique Endoscopique

La technique est basée sur la description faite par Roux et al. (13). Nous utilisons le « Neuroendoscope Aesculap MINOP, PE184A, 0° et 30°, d 2.7mm » sans bras. L'endoscope est introduit dans le ventricule latéral puis le trou de Monroe (Fig.1) est chargé pour aborder le troisième ventricule. La perforation par thermo coagulation du plancher du troisième ventricule est réalisée juste en arrière du clivus, sur la ligne médiane entre l'infundibulum et les corps mamillaires (Fig.2 et 3). La stomie est ensuite dilatée par le ballonnet (n° 7CB-D10, Integra NeuroSciences) (Fig.4). L'endoscope est introduit dans la citerne inter pédonculaire pour confirmer l'effondrement de la membrane de Liliequist (Fig.5), qui reste à notre avis un facteur pronostic important de succès de l'intervention. La figure 6 montre une vue d'ensemble en fin d'intervention.

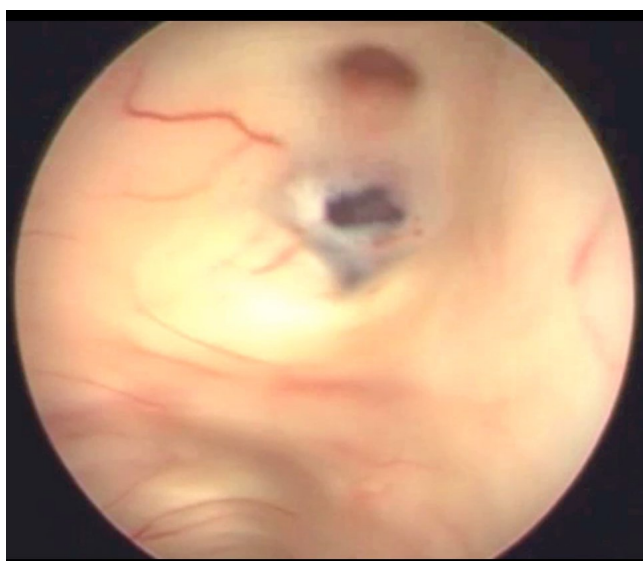


Figure 6. Vue en fin de procédure, stomie située sur la ligne médiane à mi-chemin entre l'infundibulum et les corps mamillaires.

Statistique

Le Chi au carré a été utilisé pour les variables qualitatives et la méthode de Kaplan-Meier pour la courbe de survie. Les relations entre le succès de la VCE par rapport aux âges et étiologies des hydrocéphalies ont été analysées par log-rank test et le Cox proportional hazard.

Résultats

Données démographiques

Le tableau 1 retrace les données démographiques des 607 patients. L'âge moyen était de 34 ans (de 2 jours à 88 ans) et le suivi moyen postopératoire de 35 mois (de 6 mois à 156 mois - déviation standard : 8,8). Il y avait 279 patients (46 % de moins de 18 ans.

Taux de succès global de la VCE et facteurs pronostiques

Au total, 636 VCE ont été réalisées chez nos 607 patients. Durant ce suivi moyen de 35 mois, le succès total de la VCE a été de 73 % (466 procédures sur 636). Sur les 170 échecs de la procédure, 144 (85 %) sont survenus pendant les six premiers mois.

Dans l'ensemble de la cohorte, des taux de succès élevés ont été observés dans les hydrocéphalies liées aux tumeurs pineales (93 %), tumeurs de la fosse postérieure (89 %) ; de moins bons résultats ont été notés dans les hydrocéphalies liées aux hémorragies néonatales (HRA 4,0, 95 % CI 1,9-8,5,

	Nombre de cas (%)
Patients	607 (100)
Homme	307 (50,5)
Femme	300 (49,5)
Âges	
> 18 ans	328 (54)
2-18 ans	185 (30)
6-24 mois	53 (8,7)
< 6 mois	41 (6,7)
Antécédent de DVP	58 (9,5)
« Redo » VCE	29 (4,7)

Tableau 1. Caractéristiques cliniques des patients

Etiologies des hydrocéphalies	Succès / n	%
Tumeurs pinéales	40/42	93
Tumeurs fosse postérieure	187/211	89
Kystes suprasellaires	19/24	79
Sténose de l'aqueduc	83/108	77
Hématomes cérébelleux	24/33	73
Dysfonction de DVP	39/58	67
Neurinomes acoustiques	19/31	61
Chiari II	7/3	54
HPN	12/25	48
Hémorragies néonatales	5/13	38
Méningites	3/8	37,5
Autres*	28/80	35
Total	466/636	73

* autres : myeloméningocèles, tumeurs (du 3^e ventricule, thalamiques et tectales), autres hémorragies intracrâniennes.

Tableau 2. Taux de succès de la VCE par rapport aux causes de l'hydrocéphalie.

$p < 0,001$) et les hydrocéphalies chroniques (HRa 6,3, 95 % CI 2,5-15,0, $P < 0,001$) (Tableau 2).

Les analyses par le Cox et la méthode de Kaplan-Meier ont montré que le pronostic de la VCE variait selon les causes des hydrocéphalies et les tranches d'âge (Fig.7). Les enfants de moins de 6 mois avaient 5 fois plus de risque d'échec comparativement aux plus de 18 ans (HRa 5,0, 95 % CI 2,4-10,4, $p < 0,001$). Le taux de succès aux dernières nouvelles était de 32 % pour les 0-6 mois et de 77 % pour les > 18 ans.

Dans notre série, 58 patients ont eu une VCE à la suite d'un dysfonctionnement de valve de dérivation ventriculopéritonéale ou ventriculocardiaque. Chez ces 58 patients, 39 (67,2 %) ont pu être totalement sevrés de leur valve de dérivation qu'ils avaient dans la majorité des cas depuis plus de 10 ans (de 1 mois à 34 ans - moyenne : 124 mois).

Morbidité

Les complications, détaillées dans le tableau 3, sont survenues chez 56 patients (8,8 %). Les fuites du liquide céphalo-spinal (LCS) par la cicatrice et les méningites étaient les plus fréquentes, 2,5 % et 2 %, respectivement. Six des 13 patients ayant eu des méningites post opératoires avaient eu des dérivation ventriculaires externes avant la VCE. Le taux de décès dû à la procédure est de 0,1 % (1/636).

Discussion

Depuis les années 1990, la VCE s'est développée dans le monde du fait de son taux de succès important dans les hydrocéphalies obstructives et de son faible taux de complication. Ses indications sont de plus en plus larges y compris parfois dans les hydrocéphalies communicantes (16) bien que ce dernier point soit débattu.

Dans cette étude sur plus de 600 procédures, nous confirmons son taux de succès proche des trois quarts des cas opérés (73 %), essentiellement dans les cas d'hydrocéphalie obstructive (durée moyenne de suivi : 3 ans). De plus, son taux de complication global de 8,8 % nous semble très acceptable pour une pathologie pouvant mettre directement en jeu les pronostics vital, fonctionnel et cognitif des patients (17). Deux facteurs essentiels de succès de la VCE sont le bon fonctionnement des granulations de Pacchioni et l'âge puisque les nourrissons de moins de six mois ont eu un taux de succès significativement inférieur aux autres tranches d'âge de la population étudiée. L'immense majorité (85 %) des dysfonctionnements de la VCE sont essentiellement précoces (moins

	Nombre de cas (%)
Fuite du LCS	15 (2,5)
Méningites	13 (2)
Hématomes	9 (1,4)
Infection cicatrice	8 (1)
Collection sous durale	7 (1)
Crise d'épilepsie	4 (0,6)
Total	56 (8,8)

Tableau 3. Complications post opératoires.

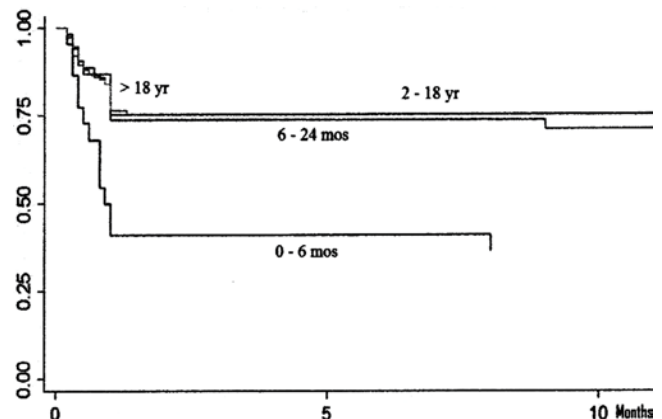


Figure 7. Courbe de survie à 1 an, le succès de la VCE par rapport à l'âge.

de 6 mois), ceci étant un avantage supplémentaire par rapport aux valves de dérivation. Pour l'ensemble de ces raisons, nous pensons que la VCE doit absolument être la technique de choix et de première intention pour le traitement des hydrocéphalies obstructives.

Dans la littérature, il existe un débat sur l'influence de l'âge, des causes de l'hydrocéphalie ou des deux sur le succès de la VCE (7,8,18). Avec un suivi sur cinq ans, Drake et collègues (7) ont rapporté un succès de la VCE de 28 % chez les enfants de moins de un mois comparativement à 68 % chez les plus de 10 ans ; et concluent en accord avec d'autres auteurs (19,20) que le succès de la VCE dépend essentiellement de l'âge des patients. Par contre dans d'autres études les enfants de moins de six mois avaient les mêmes résultats que les enfants plus âgés (18,21).

Beems et Grotenius (22), comme d'autres (18,23) stipulent que le pronostic de la VCE ne dépend pas de l'âge, mais essentiellement des causes de l'hydrocéphalie. Parmi les étiologies notre série montre que ces deux facteurs (âge et étiologie de l'hydrocéphalie) sont importants pour évaluer le succès de la VCE, ceci est en accord avec d'autres cohortes (24-26). La VCE sera d'autant plus efficace pour traiter l'hydrocéphalie que celle-ci est secondaire à une sténose de l'aqueduc, une tumeur de la plaque tectale ou de la glande pinéale ou une tumeur de la fosse postérieure, où la résorption du LCS reste correcte.

Bien que cela puisse être débattu et en absence d'étude comparative randomisée (27), nous pensons que la VCE est une technique sûre, globalement simple à apprendre et à transmettre aux chirurgiens en formation. Il y a bien sur une courbe d'apprentissage qui permet de réaliser des VCE après quelques procédures si l'anatomie endoscopique a bien été intégrée. Notre service est un service universitaire et a eu le souci de transmettre depuis 15 ans la pratique de cette technique à de nombreux jeunes neurochirurgiens français ou étrangers (15). Nous pensons aussi que cette technique permet à terme de diminuer de cout du traitement d'une hydrocéphalie (8) par rapport à un traitement par valve de dérivation. Ce gain de cout est surtout réalisé en diminuant les jours d'hospitalisation liés aux dysfonctionnements de valves. Le matériel d'endoscopie cérébrale est relativement onéreux

au départ mais il peut être réutilisable ; de plus la colonne vidéo peut être mutualisée avec d'autres services de chirurgie (chirurgie viscérale par exemple). Le matériel « consommable » consiste essentiellement au ballonnet qui va réaliser l'orifice dans le plancher du troisième ventricule. Ce ballonnet que nous nous utilisons est un double ballonnet qui est spécifique à cette procédure ; il peut être remplacé par un ballonnet type Fogarthy moins onéreux et plus courant dans les services de chirurgie. Certaines équipes n'utilisent pas de ballonnet et réalisent l'orifice à l'aide d'une pince réutilisable dont les branches sont ouvertes après avoir été glissées doucement dans un point de ponction préalablement fait dans le plancher du troisième ventricule.

Conclusions

La ventriculocisternostomie endoscopique présente peu de morbidité et est efficace dans les hydrocéphalies obstructives. En respectant les règles de l'art, elle ne semble pas difficile à apprendre. Elle donne de moins bons résultats chez les enfants de moins de 6 mois et dans les hydrocéphalies communicantes. Elle doit être le traitement de référence de première intention dans le traitement des hydrocéphalies obstructives.

Discussion en séance

Question de G Morvan

Cette technique nécessite-t-elle un suivi identique à la technique par valve ?

Réponse

Une consultation de contrôle classique post opératoire. Pas de suivi particulier. Le patient sera revu à la demande du médecin traitant, si nécessaire.

Question de JH Alexandre

De quelle manière ont été pris en charge les patients (27 %) qui étaient en échec de cette technique ?

Réponse

Tous les patients, chez qui la ventriculocisternostomie n'a pas fonctionné, ont bénéficié d'une dérivation ventriculo-péritonéale.

Références

- Person EK, Hagberg G, Uvebrant P. Hydrocephalus prevalence and outcome in a population-based cohort of children born in 1989-1998. *Acta paediatr* 2005;94:726-32.
- Symss NP, Oi S. Is there an ideal shunt? A panoramic view of 110 years in CSF diversions and shunt systems used for the treatment of hydrocephalus: from historical events to current trends. *Childs Nerv Syst* 2015;31:191-202.
- Korinek AM, Fulla-Oller L, Boch AL, Golmard JL, Hadji B, Puybasset L. Morbidity of ventricular cerebrospinal fluid shunt surgery in adults: an 8-year study. *Neurosurgery* 2011;68:985-94.
- Kulkarni AV, Riva-Cambrin J, Butler J, Browd SR, Drake JM et al. Whitehead WE. Hydrocephalus Clinical Research Network: Outcomes of CSF shunting in children: comparison of Hydrocephalus Clinical Research Network cohort with historical controls. *J Neurosurg Pediatr* 2013;12:334-8.
- Reddy GK, Bollam P, Caldito G. Long-term outcomes of ventriculoperitoneal shunt surgery in patients with hydrocephalus. *World Neurosurg* 2014;81:404-10.
- Simon TD, Hall M, Riva-Cambrin J, Albert JE, Jeffries HE et al. Hydrocephalus Clinical Research Network. Infection rates following initial cerebrospinal fluid shunt placement across pediatric hospitals in the United States. *J Neurosurg Pediatr* 2009;4:156-65.
- Drake JM, Canadian Pediatric Neurosurgery Study Group. Endoscopic third ventriculostomy in pediatric patients : the Canadian experience. *Neurosurgery* 2007;60:881-6.
- Sacko O, Boetto S, Lauwers-Cances V, Dupuy M, Roux FE. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis in 368 procedures. *J Neurosurg Pediatrics* 2010;68:68-74.
- Rasul FT, Marcus HJ, Toma AK, Thorne L, Watkins LD. Is endoscopic third ventriculostomy superior to shunts in patients with non-communicating hydrocephalus? A systematic review and meta-analysis of the evidence. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155:883-9.
- Kulkarni AV, Drake JM, Kestle JR, Mallucci CL, Sgouros S, Constantini S, Canadian Pediatric Neurosurgery Study Group. Predicting who will benefit from endoscopic third ventriculostomy compared with shunt insertion in childhood hydrocephalus using the ETV Success Score. *J Neurosurg Pediatr* 2010;6:310-5.
- Bouras T, Sgouros S. Complications of endoscopic third ventriculostomy. *World Neurosurg* 2013;79(2 Suppl):S22,e9-12.
- Pinto FC, Saad F, Oliveira MF, Pereira RM, Miranda FL et al. Role of endoscopic third ventriculostomy and ventriculoperitoneal shunt in idiopathic normal pressure hydrocephalus: preliminary results of a randomized clinical trial. *Neurosurgery* 2013;72:845-53.
- Roux FE, Boetto S, Tremoulet M. Third ventriculocisternostomy in cerebellar haematomas. *Acta Neurochir (Wien)* 2002;144:337-42.
- Roux FE. Death and third ventriculostomy. *J Neurosurg* 2003;98:650-1.
- Chhun V, Sacko O, Boetto S, Roux FE. Third Ventriculocisternostomy for Shunt Failure. *World Neurosurg* 2015;83:970-5.
- Sandoval-Balanzario MA, Rincon-Navarro RA, Granados-Lopez R, Santos-Franco JA. Endoscopic third ventriculostomy for chronic communicating hydrocephalus in adults. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2015;53:280-5.
- Chi JH, Fullerton HJ, Gupta N. Time trends and demographics of deaths from congenital hydrocephalus in children in the United States: National Center for Health Statistics data, 1979 to 1998. *J Neurosurg* 2005;103(2 Suppl):113-8.
- Cinalli G, Sainte Rose C, Chumas P, Zerah M et al. Failure of third ventriculostomy in the treatment in aqueductal stenosis in children. *J Neurosurg* 1999;90:448-54.
- Kadrian D, van Gelder J, Florida D, Jones R, Vonau M, Teo C, et al. Long-term reliability of endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery* 2005;56:1271-8.
- Kim SK, Wang KC, Cho BK. Surgical outcome of pediatric hydrocephalus treated by endoscopic III ventriculostomy: prognostic factors and interpretation of postoperative neuroimaging. *Childs Nerv Syst* 2000;16:161-69.
- Lipina R, Reguli S, Doležilová V, Kuncíková M, Podešvová H. Endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus in children younger than 6 months of age: is it a first-choice method? *Childs Nerv Syst* 2008;24:1021-7.
- Beems T, Grotenius JA. Is the success of endoscopic third ventriculostomy age-dependent? An analysis of the results of endoscopic third ventriculostomy in children. *Childs Nerv Syst* 2002;18:605-8.
- Fukuhara T, Luciano MG, Kowalsky RJ. Clinical features of third ventriculostomy failures classified by fenestration patency. *Surg Neurol* 2002;58:102-10.
- Koch D, Wagner W. Endoscopic third ventriculostomy in infants of less than 1 year of age: which factors influence the outcome? *Childs Nerv Syst* 2004;20:405-11.
- Shim KW, Kim DS, Choi JU. Simultaneous endoscopic third ventriculostomy and ventriculoperitoneal shunt for infantile hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 2008;24:443-51.
- Furlanetti LL, Santos MV, De oliveira RS. The success of endoscopic third ventriculostomy in children: analysis of prognostic factors. *Pediatr Neurosurg* 2012;48:352-9.
- Rasul FT, Marcus HJ, Toma AK, Thorne L, Watkins LD. Is endoscopic third ventriculostomy superior to shunts in patients with non-communicating hydrocephalus? A systematic review and meta-analysis of the evidence. *Acta Neurochirurgica* 2013;155:883-9.