

NEUROCHIRURGIE MINI-INVASIVE PENDANT L'ENFANCE: INDICATIONS ET TECHNIQUES

Hannah Luz, Tobias Jhala, Peter Esslinger, Markus Lehner

Traducteur: Rudolf Schlaepfer

La neurochirurgie mini-invasive de l'enfant est axée principalement sur le traitement des troubles de la circulation du liquide céphalo-rachidien et est en première ligne du domaine de la neurochirurgie endoscopique. Historiquement les fondements de la neuroendoscopie ont été posés au début du 20^e siècle. Walter Dandy décrit en 1918 l'ablation du plexus choroïde du ventricule latéral et du 4^e ventricule à l'aide d'un spéculum nasal¹⁾. À partir des premiers cystoscopes, le développement s'est fait en direction de la neuroendoscopie, qui s'est progressivement établie et a trouvé une application plus large dans les années 1990²⁾. Le grand domaine de la neuroendoscopie sont les troubles de la circulation du liquide céphalo-rachidien (LCR). La neuroendoscopie permet de rouvrir ou de créer de nouvelles voies de circulation du LCR, ce qui rend moins nécessaire, dans des cas choisis, l'implantation de systèmes de shunts externes, comme la dérivation ventriculo-péritonéale (DVP)³⁾. On vise un traitement chirurgical sûr par une unique ponction et des procédés neuroendoscopiques mini-invasifs.

Technique

Neuroendoscope: pour la neuroendoscopie pédiatrique on dispose en principe de neuroendoscopes flexibles et rigides.

Neuroendoscopes flexibles: le neuroendoscope flexible que nous préférons a un diamètre extérieur de 4 mm et un canal de travail d'un diamètre de 1.2 mm. Il est adapté à des instruments flexibles de 1 mm, comme des pinces à biopsie ou des électrodes monopolaires. En outre le canal de travail permet l'utilisation de ballons PCTA (percutaneous transluminal coronary angioplasty) (1-3 mm à l'état insufflé).

Neuroendoscopes rigides: pour la neuroendoscopie rigide nous disposons d'endoscopes avec un diamètre extérieur de 3, 6 et 8 mm. Les neuroendoscopes de 6 et 8 mm permettent l'utilisation d'instruments plus solides, mesurant 2 mm et, grâce à leurs canaux de travail combinés, la réalisation d'interventions chirurgicales bimanuelles.

Techniques complémentaires: tant la neuroendoscopie flexible que rigide peuvent être complétées par la neuro-navigation. Chez le nourrisson on peut associer l'échographie transfontanellaire. Pour les enfants plus âgés et dans certaines situations aussi pour les nourrissons, on peut combiner la neuroendoscopie avec la neuro-navigation assistée par ordinateur.

Neuro-navigation assistée par ordinateur (figure 1): est nécessaire au préalable une IRM du crâne par couches de 1 mm. Un CT-scan effectué en urgence peut également être utilisé pour la navigation. Selon le système utilisé, les deux méthodes peuvent être fusionnées.

Après le référencement de la tête par l'imagerie, il est possible de détecter très précisément chaque point de l'écran aussi sur le patient. Cela permet une planification de l'intervention en trois dimensions. C'est possible directement après avoir effectué l'IRM et ne retarde donc en général pas l'intervention chirurgicale. On peut ainsi trouver avec précision les accès au système ventriculaire ou les citernes basales aussi lorsque la fontanelle est fermée⁴⁾. La neuro-navigation joue en outre un rôle important aussi pour l'orientation anatomique lors de la fenestration de kystes multiples ou de biopsies de tumeurs. (Figure 1)

Mise en place opératoire: pour toute intervention neuroendoscopique, surtout chez les (grands) prématurés, une anesthésie adéquate et sûre⁵⁾ est essentielle. Notamment les interventions à proximité des artères alimentant le tronc cérébral, comme p.ex. lors de ventriculostomie endoscopique du troisième ventricule (VETV), nécessitent une narcose profonde et sûre afin d'éviter des dommages collatéraux.

La neuroendoscopie est effectuée en règle générale par deux neurochirurgiens pédiatriques expérimentés, secondés par un médecin-assistant en chirurgie pédiatrique.

Avant la protection stérile du champ opératoire on procède au référencement, c.à.d. la comparaison de la tête avec l'imagerie utilisée. Après le drapage stérile on installe et vérifie d'abord le neuroendoscope flexible ou rigide. Ensuite on prépare la voie d'accès (figure 2), selon l'âge de l'enfant par technique microchirurgicale (lunette loupe).

Classification de l'hydrocéphalie (Dandy et Blackfan, 1914^{2,6)})

Les causes des troubles de la circulation du LCR sont multiples. Pour mieux comprendre les indications opératoires, la connaissance de la classification des pathologies à l'origine de l'hydrocéphalie est indispensable.



Hannah Luz

<https://doi.org/10.35190/Paediatria.f.2022.1.3>

Correspondance:
markus.lehner@luks.ch

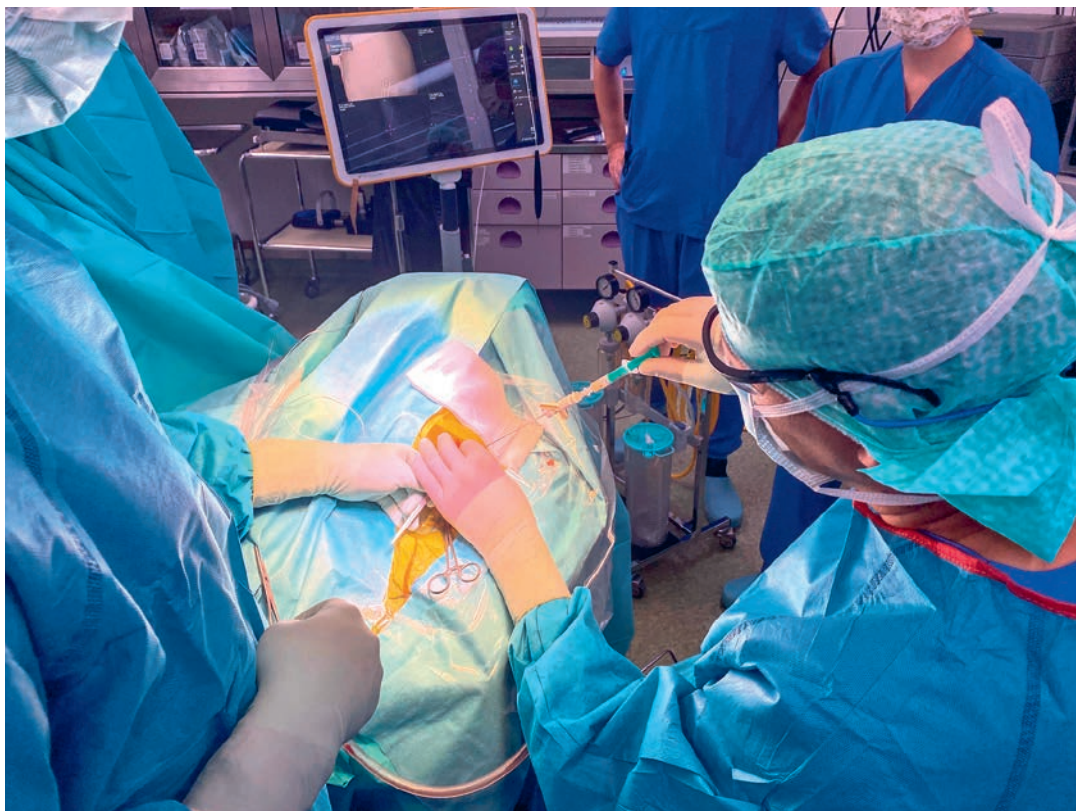


Figure 1. Ponction par neuro-navigation d'un abcès cérébral.

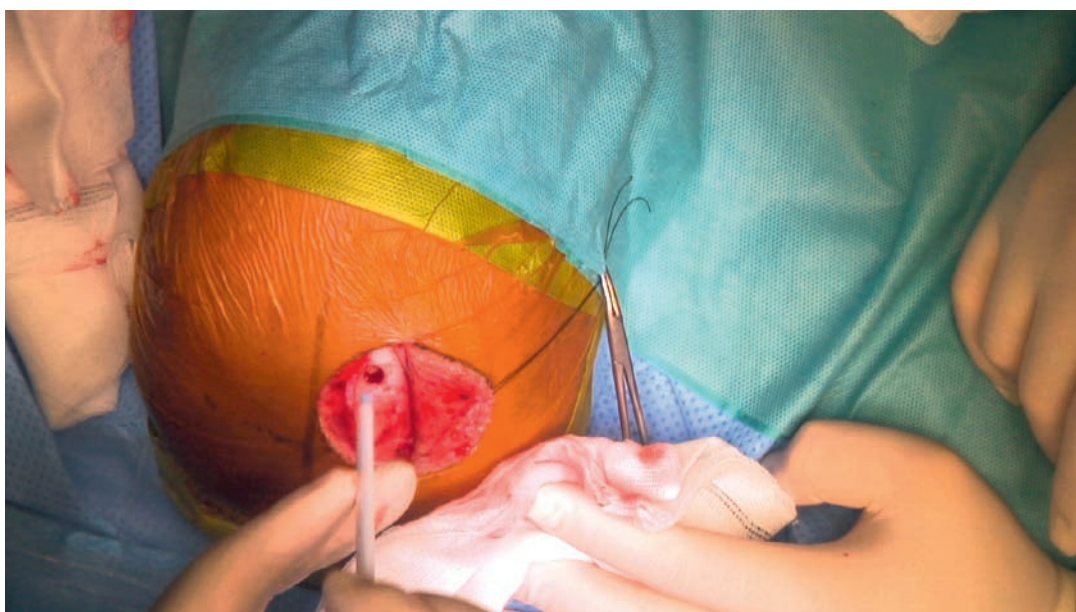


Figure 2. Après la préparation d'un lambeau de peau suffisamment grand (ouvert côté temporal) et d'un lambeau inverse de galéa pour couvrir le réservoir de Rickham, on procède à la trépanation de la calotte suivie de la ponction du ventricule avec le trocart.

Hydrocéphalie occlusive: il s'agit d'une hydrocéphalie classique occlusive, obstructive ou non-communicante lorsque la circulation du LCR est perturbée p. ex. par des malformations ou des néoplasies touchant les foramina interventriculaires de Monro (dilatation des ventricules latéraux), l'aqueduc (dilatation des ventricules latéraux et du 3^{ème} ventricule) ou les foramina de Luschkae et Magendie (le 4^e ventricule aussi est dilaté)².

Hydrocéphalie par mal-résorption: lors d'une hydrocéphalie malrésorptive ou communicante, le LCR produit dans les ventricules latéraux circule librement dans le système ventriculaire mais n'est pas résorbé normalement dans l'espace sous-arachnoïdien². Nous incluons dans cette entité les hydrocéphalies post-hémorragiques de la période néonatale. Des hémorragies à partir des vaisseaux très fragiles de la matrice germinale peuvent engendrer chez 20-30% des enfants

Formation continue

prématurés ou nés avec un très petit poids des hémorragies intraventriculaires^{2,7,8}). Globalement l'incidence de ces hémorragies a diminué ces dernières années. Néanmoins en raison de la survie croissante d'enfants extrêmement prématurés, aux limites de la viabilité, l'incidence des hémorragies sévères ne diminue pas^{8,9}). Le diagnostic d'hémorragie intraventriculaire est posé par échographie et subdivisé d'après Rohden et al. en 3 degrés de sévérité¹¹). Le pronostic notamment du développement neurologique de ces enfants dépend en première ligne de l'étendue de l'hémorragie^{9,12}). Le lien physiopathologique entre l'hémorragie intraventriculaire et la formation d'une hydrocéphalie post-hémorragique n'est toujours pas entièrement compris. On suppose qu'initialement la circulation du LCR est entravée par des caillots sanguins et des détritiques, engendrant une hydrocéphalie obstructive. Par la suite des réactions inflammatoires sont probablement à l'origine de l'hydrocéphalie malrésorptive⁷).

Mesures opératoires en neuroendoscopie pédiatrique

Il s'agit du lavage neuroendoscopique, de fenestrations (p.ex. VETV), décompressions ou dilatations par ballon dans le système ventriculaire. Il est en outre possible, lors d'hydrocéphalie avec des compartiments isolés en raison de kystes post-inflammatoires ou post-hémorragiques, de reconnecter ces kystes au système du LCR^{2,13}).

Lavage neuroendoscopique: pendant la neuroendoscopie a lieu un rinçage continu avec écoulement passif. Cela a pour avantage de maintenir largement constant le volume intracrânien, de pouvoir s'orienter par rapport à l'anatomie et de disposer de suffisamment d'espace pour l'intervention chirurgicale. Afin d'éviter un refroidissement accidentel, on utilisera un liquide de rinçage chauffé (à 37°C). L'écoulement doit être garanti à tout moment pour éviter une surcharge en volume. En respectant ces règles, le lavage en continu est considéré sans risque^{2,14}). Une indication spécifique au lavage neuroendoscopique sont les hémorragies intraventriculaires du nouveau-né (prématuré), ayant occasionné une hydrocéphalie post-hémorragique.

Le groupe de travail de U-W. Thomale a démontré qu'un lavage ciblé, avec jusqu'à 4 litres de solution de rinçage par intervention, permet de réduire les restes sanguins, les détritiques et le cas échéant aussi les cytokines, au point de diminuer significativement le taux de révisions et d'infections chez ces enfants prématurés. 42% des patients n'ont pas nécessité de valve mécanique et de DVP pendant la période d'observation¹⁴).

La figure 3 montre le champ opératoire neuroendoscopique chez un enfant grand prématuré avec hydrocéphalie post-hémorragique.

Hydrocéphalie post-hémorragique de l'enfant prématuré: algorithme lucernois

Malgré le nombre relativement élevé de patients et même dans les grands centres traitant des patients

de ces classes d'âge et pathologies, il n'existe actuellement pas de directives uniformes, stipulant à partir de quel âge et quel poids, selon quelle méthode une intervention devrait être effectuée⁷). Nous souhaitons donc présenter ici l'algorithme lucernois.

Pour les enfants avec une hydrocéphalie post-hémorragique, notamment les enfants prématurés (extrêmes), se pose la question à quel moment débiter l'intervention. La détermination échographique de l'index ventriculaire et de la largeur de la corne frontale donne des indices sur un éventuel trouble significatif de la circulation du LCR. La croissance de la tête sera également observée. Dans le cadre de l'étude ELVIS actuelle, Cizmeci et al. ont montré qu'une intervention précoce est associée à une réduction de la mortalité, des troubles neurologiques ou développementaux ainsi qu'à une dilatation moindre des ventricules¹⁵).

L'intervention chirurgicale chez les nouveau-nés à terme et prématurés avec une hydrocéphalie post-hémorragique se base, à Lucerne, sur les critères suivants:

- périmètre crânien au-dessus du percentile 97
- index ventriculaire au-dessus du percentile 97
- la largeur de la corne frontale mesure au moins 6-10 mm
- pour une intervention neuroendoscopique, le poids corporel doit être au moins de 800-1000g.

Nous préférons la neuroendoscopie flexible avec lavage et implantation d'un réservoir de Rickham avec un cathéter dans le ventricule. À notre avis la pose d'un réservoir de Rickham a deux avantages:

1. Le cathéter ventriculaire maintient l'accès ouvert pour d'ultérieures neuroendoscopies, évitant ainsi des lésions au cerveau lors de nouvelles interventions neurochirurgicales.
2. Par le réservoir de Rickham, le prélèvement simple de LCR dans le but de réduire la pression intraventriculaire.

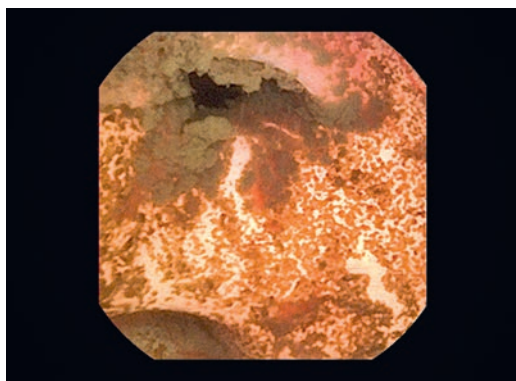


Figure 3. Caillot sanguin et détritiques autour du foramen de Monro dans le ventricule latéral droit chez un enfant prématuré avec hydrocéphalie post-hémorragique.

culaire est possible. Selon la pression, nous prélevons jusqu'à 10 ml LCR/kg. Dans des cas spécifiques et selon l'évolution, cette procédure peut être complétée, comme décrit plus loin, par la coagulation du plexus choroïde. Cela peut diminuer, du moins passagèrement, la production de LCR et ainsi retarder la pose d'une DVP.

L'algorithme lucernois décrit ici est représenté dans la figure 4.

Ventriculostomie endoscopique du troisième ventricule (VETV)

La VETV est l'une des interventions neuroendoscopiques mini-invasives les plus fréquentes. Elle est indiquée surtout pour l'hydrocéphalie non-communicante, afin de rétablir la circulation du LCR entre ventricules et espace sous-arachnoïdien. On effectue par voie frontale, avec ou sans neuro-navigation, l'endoscopie du ventricule latéral. Depuis là on accède au 3^e ventricule par le foramen interventriculaire de Monro (figure 5,a). Sur le plancher du 3^e ventricule les corps mamillaires représentent la délimitation dorsale, l'infundibulum (origine de la tige pituitaire; 5,b) la délimitation ventrale. En dessous du tiers antérieur du plancher du 3^e ventricule se trouve généralement le clivus, la perforation devrait donc se faire entre les tiers moyen et postérieur. Une fois établie la situation anatomique avec mise en évidence de l'aqueduc obstrué (5,c), on perfore le plancher avec une électrode monopolaire (5,d). Cela permet de visualiser l'artère basilaire située dessous (5,f). Le point de perforation peut ensuite être dilaté avec un ballon PCTA (5,e)². On vérifie encore si des membranes de Lilliequist doivent être ouvertes dans la citerne pré-pontique².

Résultats cliniques de la VETV

Bien que Drake et al. aient montré que les chances de réussite de la VETV sont nettement moindres chez les enfants de moins d'un an comparé aux enfants plus âgés, dans ce cas de plus de 10 ans (28% vs 68%)¹⁶, la neuroendoscopie avec VETV devrait être envisagée en tant qu'option thérapeutique aussi chez des nourrissons. Elgamal et al. ont constaté un taux de succès de la VETV chez des nourrissons de presque 70%¹⁷. Nous considérons par ailleurs que pour les nouveau-nés avec un très petit poids, le fait de retarder la pose d'un shunt peut fortement influencer les chances de réussite d'une DVP.

Vignette clinique – VETV

Un garçon se présente à notre service des urgences interdisciplinaire avec des céphalées et des vomissements à jeûn. Le neurochirurgien pédiatre constate une stase papillaire des deux côtés. L'IRM pratiquée en urgence montre, outre des zones hypodenses périventriculaires, une dilatation des ventricules latéraux et du 3^e ventricule ainsi qu'une sténose de l'aqueduc due à une tumeur (suspicion de gliome de la lame tectale, typique). La VETV a été couronnée de succès et a été suivie de l'implantation d'un réservoir de Rickham. Lors des contrôles après une semaine et après trois mois, l'IRM montre un net flux par la stomie et l'examen clinique une régression (par la suite complète) de la stase papillaire.

Plastie de l'aqueduc

La plastie de l'aqueduc est une alternative à la VETV pour le traitement de l'hydrocéphalie obstructive avec sténose de l'aqueduc. On choisit également l'accès frontal en introduisant un cathéter pour dilater l'aque-

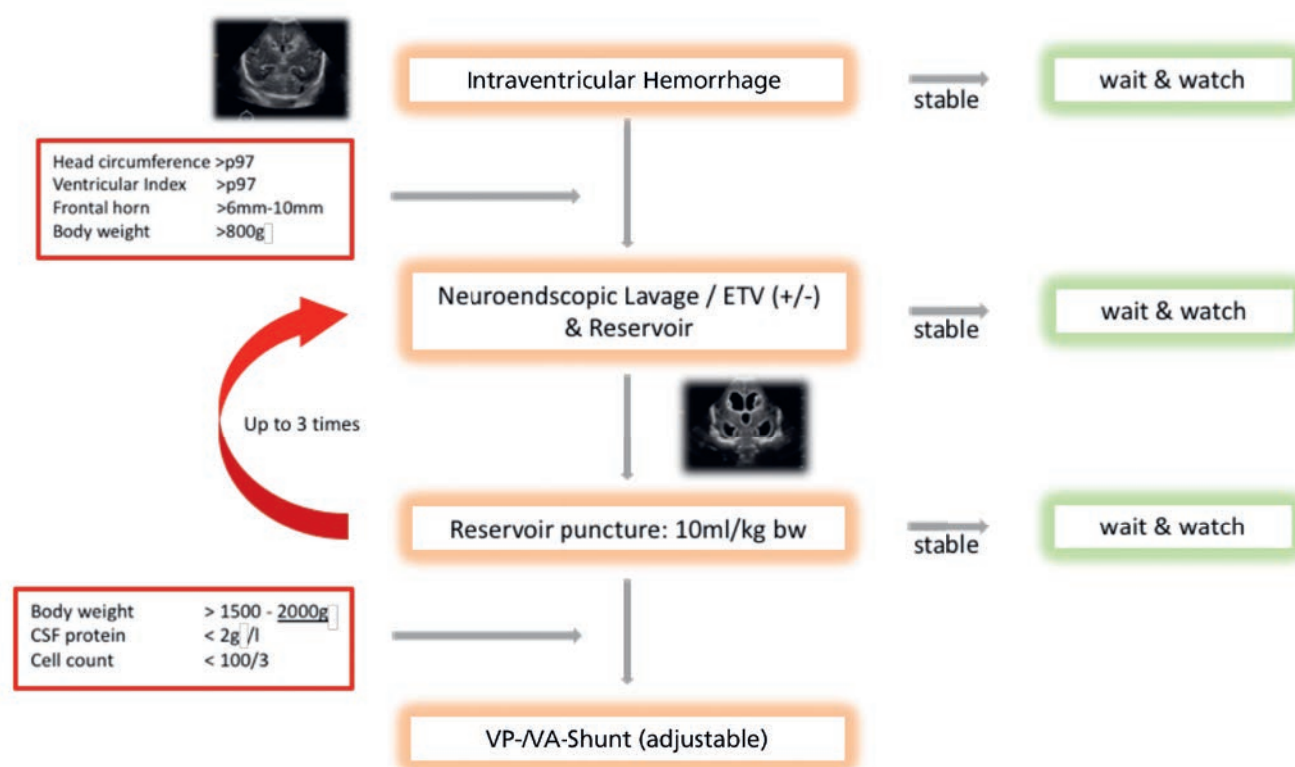


Figure 4. L'algorithme lucernois lors d'hydrocéphalie post-hémorragique, sur le modèle Schulz et al.¹⁴.

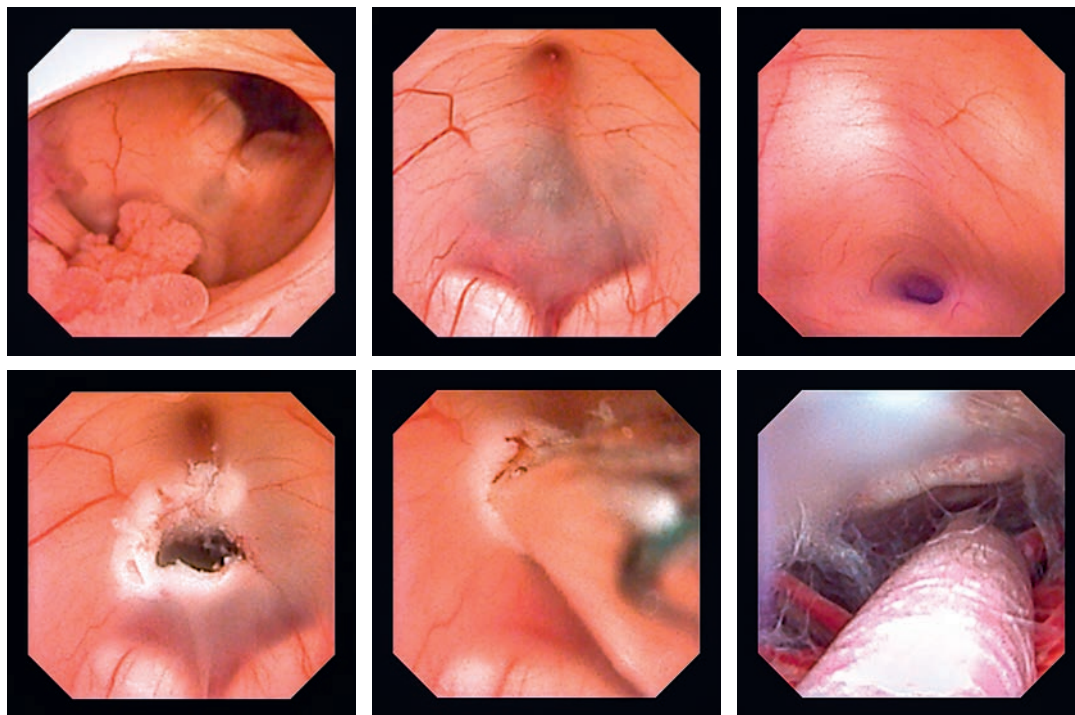


Figure 5 a-f. Images peropératoires avec:

a: vue sur le foramen inter-ventriculaire de Monro à droite

b: vue sur le plancher du 3^e ventricule

c: vue sur l'aqueduc, obstrué

d: perforation du plancher du 3^e ventricule

e: dilatation au ballon qui permet de visualiser l'artère basilaire et ses branches (f).

duc obstrué ou rétréci¹⁸⁾. Cette procédure est illustrée à titre d'exemple dans la figure 6.

Coagulation du plexus choroïde: la coagulation du plexus choroïde est effectuée en tant qu'intervention microchirurgicale isolée ou en tant que complément à la VETV. Après sa première description par Walter Dandy en 1918, cette méthode est depuis une décennie de plus en plus associée à la VETV^{19,20)}. L'objectif de l'intervention est de réduire la production de LCR par coagulation du plexus choroïde et de rétablir ainsi un équilibre entre production et résorption du LCR²⁾. Techniquement la coagulation du plexus choroïde peut se faire avec un neuroendoscope flexible ou rigide. Fallah et al. et Weil et al. n'ont pas constaté de différence significative de l'issue entre coagulation totale ou subtotale^{19,21)}.

Complications de la neurochirurgie mini-invasive

Lorsque la neuroendoscopie est pratiquée par un chirurgien expérimenté dans un centre spécialisé, on peut la considérer comme un procédé sûr²⁾. Néanmoins toute intervention chirurgicale comporte des risques et nous souhaitons présenter ici les plus fréquents. Les taux de complications varient pour certaines fortement d'un centre à l'autre. Le taux de complications global rapporté se situe entre 5 et 15%²²⁾. La complication peropératoire la plus fréquente est une hémorragie plus ou moins étendue. La plus dangereuse et redoutée est certainement la lésion de l'artère basilaire lors de la perforation du plancher du 3^e ventricule. Cette complication est rapportée dans moins de 0.2% des cas²²⁾.



Figure 6. Plastie neuroendoscopique de l'aqueduc avec un ballon PTCA 2 mm.

Plus rarement une lésion de structures neurologiques comme le nerf oculomoteur est possible, le fornix et le thalamus, lésions heureusement très rares, ne survenant que dans moins de 0.1% des interventions²²⁾. Un peu plus fréquentes, mais que très rarement dangereuses, sont des bradycardies ou hypotonies qui surviennent par pression sur l'artère basilaire pendant la réalisation de la ventriculostomie. Il est par ailleurs très rare (<0.2%) que l'intervention doive être interrompue pour ces raisons²²⁾.

La complication la plus fréquente pendant la phase postopératoire est une fuite de LCR le long de l'incision cutanée. Cette complication est mentionnée dans 0 à 5.2% des cas²²⁾. Souvent liées à ces fuites, plus rarement indépendamment, peuvent survenir dans 0 à 6.2% des cas des infections postopératoires, comme une méningite ou une ventriculite²²⁾.

Ces infections peuvent en général facilement être traitée par une antibiothérapie ciblée. En résumé les complications per- ou postopératoires de la neuroendoscopie et VETV sont comparables en fréquence et en sévérité à celles de la DVP. Par contre la DVP comporte des risques redoutés à long terme dus à des infections ou dysfonctions du shunt, qu'on peut éviter avec la VETV. De nombreuses études montrent en outre un lien étroit entre les taux de complications et l'expérience de l'opérateur et du centre, la VETV dans un centre expérimenté pouvant être considérée comme un procédé sûr²²⁾.

Résumé

Les interventions neurochirurgicales mini-invasives sont devenues des procédures de routine aussi pendant l'enfance. Le traitement de l'hydrocéphalie post-hémorragique du nourrisson et du petit enfant est complexe et peut être complété et amélioré par des interventions chirurgicales mini-invasives. Sont disponibles des systèmes opératoires flexibles ou rigides, complétés parfois par la neuronavigation. Les techniques opératoires vont de la simple décompression, fenestration, dilatation, du lavage du système ventriculaire jusqu'à la coagulation du plexus choroïde. Les traitements sont aussi variés que les causes à l'origine des troubles de la circulation du LCR. Toutes les techniques opératoires devraient viser le développement neurologique normal, ou aussi normal que possible de l'enfant, indépendamment de son âge et de son poids. L'objectif devrait être un taux de survie sans valve le plus élevé possible de ces patients, ce qui exige une bonne sélection des patients et de la méthode opératoire. Notamment pour les interventions à la limite de la viabilité est indispensable, outre l'équipement adapté, une équipe expérimentée, y compris l'anesthésie pédiatrique.

Pour la bibliographie, veuillez consulter notre version en ligne de l'article.

Auteurs

Frau Hannah Luz, Assistenzärztin, Kinderchirurgische Klinik, Kinderspital Luzern, Luzerner Kantonsspital
Dr. med. univ. Tobias Jhala, Assistenzarzt, Kinderchirurgische Klinik, Kinderspital Luzern, Luzerner Kantonsspital
Dr. med. Peter Esslinger, Leitender Arzt, Kinderchirurgische Klinik, Kinderspital, Luzerner Kantonsspital
Priv.-Doz. Dr. med. Markus Lehner, Co-Chefarzt, Leitung Neurochirurgie, Kinderchirurgische Klinik, Kinderspital Luzern

Les auteurs n'ont déclaré aucun lien financier ou personnel en rapport avec cet article.