

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Neurochirurgie
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Direktor: Prof.Dr.med.Burkert

Thema

Die chirurgische Therapie des Hydrozephalus occlusus mittels endoskopischer Ventrikulozisternostomie Eine postoperative Studie

**Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr.med.)**

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von: Steffen Enke
geboren am: 12.05.1966 in: Querfurt

Betreuer: PD Dr.sc.med. A. Rieger

Gutachter:

1. PD Rieger 2. Prof. Grond 3. Prof. Kalff (Jena)

Eröffnungsdatum des Promotionsversuches: 06.06.2006
Datum der Verteidigung: 31.01.2007

urn:nbn:de:gbv:3-000011595

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000011595>]

Referat

In der Zeit vom 20.07.1994 bis 10.09.1997 wurden in der Neurochirurgischen Universitätsklinik der MLU Halle-Wittenberg 25 Patienten mit Hydrozephalus occlusus, bedingt durch eine Aquäduktstenose, behandelt. Es wurde eine künstliche Verbindung vom Boden des III. Ventrikels in die Cisterna interpeduncularis geschaffen, um den gestörten Liquorfluss über den Aquädukt auszugleichen. Anhand qualitativ und quantitativ messbarer Parameter, welche aus radiologischen Messwerten und neuropsychologischen Untersuchungsreihen erhoben wurden, analysierten wir unser Patientengut.

Sowohl beim akuten als auch beim chronischen Krankheitsverlauf zeigte sich eine deutliche Verkleinerung der Ventrikelausdehnungen durch die endoskopische Ventrikulozisternostomie. Beim Cella-media-Index (+24,4%), der Breite des III. Ventrikels (-21,6%) sahen wir signifikante Veränderungen. In den neuropsychologischen Untersuchungen konnten, gemessen an der C-Normskala, bis auf die Ergebnisse im Diagnostikum für Cerebralschädigungen, durchschnittliche Werte dargestellt werden. Um Zusammenhänge zwischen neuropsychologischen und radiologischen Ergebnissen aufzuzeigen wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Die stärksten Korrelationen mit einer 2-seitigen Signifikanz bestehen zwischen der Lesezeit im Farbe-Wort-Interferenz-Test und der Huckmann-Zahl ($r=-0,7$), dem Cella-Media-Index ($r=0,749$) und der Breite des III. Ventrikels ($r=-0,768$). Die häufigsten Wechselwirkungen konnten zum Cella-media-Index als wahrscheinlich sensibelsten radiologischen Parameter eruiert werden. Trotz der verschiedenen einflussnehmenden Faktoren konnten wir einheitliche Ergebnisse erzielen. Aus den operativen Resultaten schlussfolgernd, stellt der operative Eingriff (EVECST) beim Hydrozephalus occlusus das OP-Verfahren der 1. Wahl dar. Hinsichtlich der radiologischen Ergebnisse fanden wir Parallelen zur Literatur, bei der jedoch fundierte neuropsychologische Testungen fehlten.

Enke, Steffen: Die chirurgische Therapie des Hydrozephalus occlusus mittels endoskopischer Ventrikulozisternostomie. Eine postoperative Studie.

Halle, Univ. Med. Fak., Diss., 81 Seiten, 2006

Diese Arbeit widme ich in Dankbarkeit für die vielen Jahre
unermüdlicher Unterstützung
meinen Eltern
Günter und Monika Enke

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
1.1	AUFGABENSTELLUNG	1
1.2	OPERATIVE TECHNIKEN BEI DER THERAPIE DES HYDROZEPHALUS OCCLUSUS	2
1.2.1	DIE ENDOSKOPISCHE VENTRIKULOSTOMIE (EVECST)	4
1.2.2	DIE HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER EVECST	6
1.2.3	VORAUSSETZUNGEN ZUR EVECST	7
1.3	NEUROPSYCHOLOGISCHE ASPEKTE DES HYDROZEPHALUS	8
1.4	RADIOLOGISCHE MESSWERTE ZUR WEITENBESTIMMUNG DES VENTRIKELSYSTEMS BEI PATIENTEN MIT HYDROZEPHALUS OCCLUSUS	11
2	MATERIAL UND METHODIK	14
2.1	DIE PATIENTENGRUPPE UND KLINISCHE EVALUATION	14
2.2	RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK	16
2.3	OPERATIVE TECHNIK DER EVECST	18
2.4	NEUROPSYCHOLOGISCHE DIAGNOSTIK	19
2.4.1	INTELLIGENZTESTS	21
2.4.2	KONZENTRATIVER LERNTEST d2	21
2.4.3	DIAGNOSTIKUM FÜR CEREBRALSCHÄDIGUNG - DCS	22
2.4.4	FARBE-WORT-INTERFERENZTEST NACH STROOP - FWIT	23
2.5	STATISTISCHE AUSWERTUNG	23
3	ERGEBNISSE	25
3.1	OPERATIVE ERFOLGSRATE UND KOMPLIKATIONEN	25
3.2	DARSTELLUNG DES OUTCOME DER PATIENTEN	25
3.3	RADIOLOGISCHE AUSWERTUNG	29
3.3.1	ENTWICKLUNG DER RADIOLOGISCHEN PARAMETER AM BEISPIEL DES CELLA-MEDIA-INDEX - CMI	29
3.3.2	DIE RADIOLOGISCHEN PARAMETER IM ÜBERBLICK	30
3.4	ERGEBNISSE DER NEUROPSYCHOLOGISCHEN	31

	UNTERSUCHUNG	
3.4.1	INTELLIGENZTESTS	31
3.4.2	KONZENTRATIVER LERNTEST D2, DIAGNOSTIKUM FÜR ZEREBRALSCHÄDIGUNG - DCS, FARBE-WORT- INTERFERENZTEST NACH STROOP	33
3.5	ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN RADIOLOGISCHEN UND NEUROPSYCHOLOGISCHEN BEFUNDEN	34
3.6	ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN RADIOLOGISCHEN UND KLINISCHEN BEFUNDEN	36
4	DISKUSSION	38
4.1	BEWERTUNG DER EVECST IN RELATION ZU ANDEREN THERAPIESTRATEGIEN BEIM HYDROZEPHALUS OCCLUSUS	38
4.1.1	OFFENE TECHNIKEN	38
4.1.2	SHUNTSYSTEME	38
4.1.3	STEREOTAKTISCH GEFÜHRTE VENTRIKULUZISTERNOSTOMIE (VECST)	39
4.1.4	AQUÄDUKTPLASTIE	40
4.2	OPERATIVE TECHNIKEN UND KOMPLIKATIONEN BEI DER EVECST	41
4.2.1	INDIKATIONEN ZUR EVECST	41
4.2.2	KONTRAINDIKATIONEN	43
4.2.3	KOMPLIKATIONEN	44
4.2.4	OPERATIVE TECHNIKEN DER EVECST	47
4.2.5	BEURTEILUNG DES OPERATIVEN ERFOLGES NACH EVECST	49
4.3	BEURTEILUNG DER AUSSAGEFÄHIGKEIT RADIOLOGISCHER UNTERSUCHUNGSMETHODEN NACH EVECST	51
4.4	AUSSAGE NEUROPSYCHOLOGISCHER ERGEBNISSE NACH EVECST	55
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN	63
6	ZUSAMMENFASSUNG	66
7	LITERATURVERZEICHNIS	68
8	THESEN	79

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole

$\Delta F\%$	-konzentrierte Lernfähigkeit unter qualitativem Aspekt (aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp)
$\Delta GZ-F$	-konzentrierte Lernfähigkeit unter quantitativem Aspekt (aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp)
BV	-Breite des III. Ventrikels
cCT	-cranielle Computertomographie
CI	-Cisterna insularis
CMI	-Cella-media-Index
CPM	-Coloured Progressive Matrices, Raven Matrizen-Test für Kinder
d2	-Durchstreichtest nach Brickenkamp
DCS	-Diagnostikum für Cerebralschädigung
EEG	-Elektroenzephalogramm
EI	-Evans-Index
EVECST	-Endoskopische Ventrikulostomie
F%	-Daten für die Leistungsgüte (aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp)
Fehler 1. Ordnung	-fälschlich ausgelassene Zeichen (aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp)
Fehler 2. Ordnung	-fälschlich angestrichene Zeichen (aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp)
FHI	-Frontalhornindex
FIHS	-frontaler Interhemisphärenspalt
Fr	-frontaler Subarachnoidalraum (Abstand Kalotte-Zerebrum)
FS	-Fissura sylvii
FWIT	-Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop
GZ-F	-kombiniertes Qualitäts-Quantitätsmaß (aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp)
GZ-Wert	-Leistungsmenge (aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp)
HZ	-Huckmann-Zahl
INT	-Interferenzversuch (aus FWIT nach Stroop)

ICP	-intracraniell pressure, intrakranieller Druck
IQ	-Intelligenzquotient
KH	-kommunizierender Hydrozephalus
L	-Lesezeit (aus FWIT nach Stroop)
Lf	-Lernfähigkeitswert (aus DCS)
LPS	-Leistungsprüfsystem nach Horn
Mf	-Merkfähigkeitswert (aus DCS)
MRT	-Magnet-Resonanz-Tomographie
MWT-A	-Mehrfachwahl-Wortschatztest
NKH	-nichtkommunizierender Hydrozephalus
NST	-Neuropsychologischer Screening Test
p	-Signifikanz
PIQ	-nichtverbaler (perzeptualer) Intelligenzquotient
r	-Korrelation
RW _E	-Anzahl der Fehlerpunkte im Anfangsversuch (aus DCS)
RW _E	-Anzahl der Fehlerpunkte im Endversuch (aus DCS)
SD	-Standardabweichung
Su	-Sulci und Gyri
VA	-ventrikuloatriale Ableitung
VECST	-Ventrikulozisternostomie
VIQ	-verbaler Intelligenzquotient
VP	-ventrikuloperitoneale Ableitung
\bar{x}	-Mittelwert

1 Einleitung und Aufgabenstellung

1.1 Aufgabenstellung

Seit 1994 ist die endoskopische Ventrikulozisternostomie (EVECST) in der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ein etabliertes Verfahren zur Behandlung des nichtkommunizierenden Hydrozephalus (NKH).

Mit dieser Arbeit soll die geschichtliche Entwicklung dieses Verfahrens und der operativ-technischen Variationen im heutigen Gebrauch aufgezeigt werden. Es wird eine Analyse der Voraussetzungen, Indikationsstellungen und Komplikationsraten dieser Methode im Vergleich mit herkömmlichen Verfahren der operativen Hydrozephalustherapie sowie innerhalb der verschiedenen operativ-technischen Herangehensweisen bei der EVECST durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit analysiert das Outcome der Patienten, welche in der Zeit von 1994 bis 1997 mit dieser Methode behandelt wurden.

Da die meisten Autoren das Outcome der Patienten nach einem solchen operativen Eingriff lediglich unter Aufnahme subjektiver Patientenangaben werten, wollen wir bei unseren Patienten standardisierte neuropsychologische und radiologische Untersuchungen durchführen, um quantifizierte Aussagen über die postoperativen Ergebnisse treffen zu können.

In der Literatur wird das Änderungsverhalten der Liquorräume sehr kontrovers diskutiert. Anhand von Bestimmungen der prä- und postoperativen Weiten der Liquorräume soll versucht werden, die postoperative Entwicklung des Hydrozephalus internus zu erfassen. Dabei ist von Interesse, inwieweit und innerhalb welcher Zeiträume eine mögliche Größenänderung zu erwarten ist.

Die Erhebung des postoperativen neuropsychologischen Status unserer Patienten soll unter Zuhilfenahme von speziell für diese Patientengruppe zusammengestellten Tests durchgeführt werden, welche anschließend mit der Literatur zu vergleichen sind.

Mit den erhobenen Werten sollen korrelative Beziehungen zwischen den Ventrikelweiten und den neuropsychologischen Befunden gesucht werden.

Das Patientengut wird in Gruppen mit einer akuten und chronischen Symptomatik eingeteilt. Es soll analysiert werden, ob mögliche Unterschiede im postoperativen Entwicklungsverhalten des Ventrikelsystems sowie in den Ergebnissen bei den postoperativen neuropsychologischen Testungen zwischen diesen Gruppen vorliegen.

1.2 Operative Techniken bei der Therapie des Hydrozephalus occlusus

Die operative Behandlung des Hydrozephalus occlusus ist heute unumstritten die einzige Möglichkeit einer suffizienten Therapie dieses Krankheitsbildes. Das Ziel besteht in einer Entlastung des Hydrozephalus vor der Stenose durch die Schaffung einer intrakraniellen Umgehung des Verschlusshydrozephalus oder die Ableitung des Liquors in ein anderes Körperkompartiment.

Erste dokumentierte Eingriffe sind dabei auf das Jahr 1744 zurückzuführen, bei denen LeCat nachweislich eine Ventrikelpunktion durchführte und diese durch eine passagere Dochteinlage zu einer ersten externen Drainage ausführte. Leider verstarben zu dieser Zeit die meisten Patienten an den Folgen einer Infektion. Ein wirklicher Erfolg unter modernen aseptischen Bedingungen konnte erst durch Wernicke 1881 nach Einführung der Asepsis 1847 durch Semmelweis erreicht werden (2).

Mikulicz implantierte 1893 einen Glaswolldocht vom Seitenventrikel über den Subarachnoidalraum in das subgaleale Kompartiment und schuf damit die erste permanente Liquordrainage. Gärtner schlug 1895 Drainagen des Liquors in extrathekale Niederdruckkompartimente (venöses, lymphatisches System, Abdominalraum) vor, was auch heute noch die Grundlage für moderne Shunttherapien darstellt. Zu dieser Zeit scheiterten diese Ableitungen aber häufig an fatalen Folgen einer Überdrainage (2).

Parallel dazu entwickelten sich zahlreiche andere Verfahren, um eine Liquorableitung in den Subarachnoidalraum zu schaffen, wobei erste moderne Behandlungsmethoden erst im letzten Jahrhundert entstanden (97,116). So entwickelten Friedrich Gustav von Bramann und Gabriel Anton

den Anton-von Bramann'schen Balkenstich, welcher erstmals 1908 angewendet wurde. Bei diesem sogenannten Balkenstich wird eine Kommunikation des III. Ventrikels durch das Corpus callosum zum Subduralraum geschaffen (110). Dandy schuf 1922 die posteriore Ventrikulostomie, bei welcher der Boden des III. Ventrikels in seiner hypothalamischen Portion über einen frontalen Zugang unter Opferung des Nervus opticus und Anhebung des Chiasma opticus eröffnet wird. Später modifizierte er das Verfahren zur Schonung des Nervus opticus über einen temporalen Zugang (2,24,104). Nach Scarff und Stookey erfolgte 1936 erstmalig die anteriore Ventrikulostomie über einen transfrontalen Zugang, bei welcher ebenfalls der Boden des III. Ventrikels nach einer vorhergehenden Fenestrierung der Lamina terminalis unter Verwendung einer stomatologischen Sonde perforiert wird. Diese Eingriffe sind durch sehr hohe Mortalitäts- und Morbiditätsraten gekennzeichnet und finden heute keine Anwendung mehr (2,3,22,59,67,91,97,103,104,124, 138). Torkildsen etablierte 1938 eine nach ihm benannte intrakranielle Drainage, bei welcher über einen Katheter eine Kommunikation vom Hinterhorn des Seitenventrikels zur Cisterna magna erreicht wurde (123,136).

Weitere Behandlungsmöglichkeiten erhoffte man sich durch Manipulationen und Exstirpationen am Plexus choroideus. Dandy entwickelte darauf basierend 1918 ein solches Therapieverfahren in der Hoffnung, durch eine Reduktion der liquorproduzierenden Quelle den Hydrozephalus beherrschen zu können, und führte 1922 erste endoskopische Prozeduren am Plexus choroideus aus. Er prägte auch den Begriff „Ventrikuloskop“ (7,16,17,22,23,24,31,50,51,59,62,100,128). Diese Therapieverfahren konnten sich aber wegen hoher Rezidiv- und Mortalitätsraten nicht durchsetzen.

Dandy entwickelte 1920 ein weiteres Verfahren. Über eine retrograde Rekanalisierung des Aquädukts, als III.-IV. Interventrikulostomie bezeichnet, sollten Aquäduktstenosen behandelt werden. Ein erstes Wiederaufgreifen dieser Methode erfolgte 1949 durch Lecksell als orthograde Rekanalisation. Diese Technik konnte sich, ebenfalls bedingt durch hohe Mortalitätsraten, nicht behaupten (2). Aktuell erlebt diese Methode durch modernere Instrumentarien in einigen Zentren eine erneute Renaissance. Bei einem kleinen Prozentsatz der Patienten mit angeborenen

Aquäduktstenosen und -occlusionen, welche nur ein kurzes Segment des Aquädukts einbeziehen oder bei welchen eine dünne Membran über dem Eingang des Aquädukts vorliegt, besteht die Möglichkeit dieser Aquäduktplastie oder Interventrikulostomie (Aquäduktkanalisierung) (84,86,111,118,137).

Mit der Entwicklung eines die Liquorableitung möglich machenden Ventils durch Frank Nulsen begann 1949 ein modernes Zeitalter der Hydrozephalustherapie (2). Später etablierte sich dieses Prinzip als das meist genutzte Behandlungsverfahren. Dabei kommen Shunt-Operationen als externe Drainagen oder Ableitungen in ein anderes Körperkompartiment, wie z.B. die ventrikuloatriale- (VA) und ventrikuloperitoneale (VP) Ableitung, in Frage. Trotz permanenter Weiterentwicklungen im Bereich der Ventiltechnik und Einführung von hydrostatischen Ventilen, wie Anti-Siphon Ventilen oder Schwerkraftventilen und programmierbaren Ventilen, konnte der Methode der Shuntableitungen nicht die hohe Zahl der ihr anheftenden Komplikationen genommen werden, so dass weitere Forschungen zur Hydrozephalustherapie parallel vorangetrieben wurden.

1.2.1 Die endoskopische Ventrikulozisternostomie (EVECST)

Bei der Behandlung des Hydrozephalus occlusus entwickelte sich, bedingt durch die Möglichkeiten des ventrikulären Hohlraumsystems, ein operatives Verfahren, welches heute nicht nur als echte Alternative zur Shuntversorgung, sondern als Therapie der Wahl des NKH anzusehen ist.

Diese Methode befindet sich seit den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts in klinisch relevanter Anwendung (14,102,112,114) und findet seinen überwiegenden Einsatz insbesondere bei Aquäduktverschluss, angeborenen Anomalien, wie Dandy Walker Malformation oder Arnold Chiari Syndrom, Okklusion durch Tumoren oder Gefäßmalformationen (15,17,18, 45,79,84,86,87,88,89,101,118,127,128, 132,136).

Das Ziel dieser Behandlung ist die Schaffung eines intrakraniellen Shunts zur Umgehung des Verschlusshydrozephalus. Dabei erfolgt eine Eröffnung des Bodens des III. Ventrikels in die Cisterna interpeduncularis zwischen

den Corpora mamillaria und dem Recessus infundibularis. Die Abbildung 1 stellt die typische Sicht auf diese Strukturen dar.

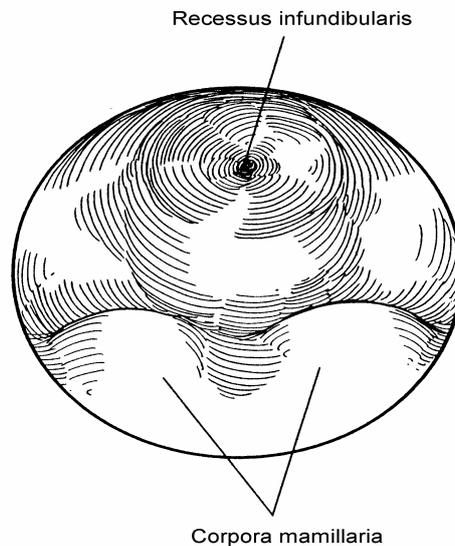


Abbildung 1: Sicht auf den Boden des III. Ventrikels mit den typischen Landmarken Corpora mamillaria und Recessus infundibularis (13).

Mit dieser Technik ist es möglich, einen Liquorfluss unter Umgehung der Stenose ohne Implementierung körperfremder Materialien zu erreichen. Es wird ein Weg geschaffen, den Liquor auf physiologische Art und Weise über die Pacchoinischen Granulationen zu resorbieren. (3,18,101,114,121). Die Methode kombiniert einen minimalinvasiven Zugang unter brillanter optischer Kontrolle der Manipulation (56) und bietet bei einer „relativ einfachen Prozedur“ eine hohe Erfolgsrate mit dem wohl bedeutendsten Vorteil, durch fehlende Ableitsysteme shuntfrei zu bleiben (114). Weitere Vorzüge dieses Verfahrens liegen in einer sehr geringen Morbiditäts- und Mortalitätsrate. Die typischen von Shuntsystemen bekannten Probleme der Über- und Unterdrainage sowie der häufige Wechsel der implantierten Materialien, bedingt durch Verstopfungen oder Infektionen, und die damit verbundenen OP-Risiken, um nur einige zu nennen, können ausgeschlossen werden (14).

1.2.2 Die historische Entwicklung der EVECST

Die Ursprünge der neurochirurgischen Endoskopie im ventrikulären Hohlraumssystem sind auf Versuche durch den Chirurgen L`Espinase aus Chicago zurückzuführen, welcher 1910 erstmalig eine Ventrikuloskopie mit einem rigiden Ventrikuloskop durchführte (31). 1922 vollzog Dandy erste endoskopische Prozeduren am Plexus choroideus (23). Nur ein Jahr später entwickelte Mixer 1923 die endoskopische Ventrikulozisternostomie (EVECST) unter Verwendung eines schmalen Urethroskops. Leider erhielt diese operative Methode zu der damaligen Zeit wenig Beachtung. Weiterführende Eingriffe beschränkten sich auf Ventrikuloskopien oder Exstirpation und Kauterisierung des Plexus choroideus (15,17,29,50,51,66,80,102,126,128). Ein Wiederaufgreifen und ein Weiterentwickeln dieser Technik erfolgte erst ca. 50 Jahre später durch Vries, Powell, Guiot, Scarff, Griffith und andere (7,17,38,43,46,61,102,104,125,126,128). Griffith prägte 1986 den Begriff „endoneurosurgery“ (7).

Nach der Etablierung dieser Methode entstanden zahlreiche Variationen im operativ-technischen Vorgehen (18,87). Diese beziehen sich neben dem Zugangsweg mit Platzierung der Trepanation, Lokalisierung der Ventrikel u.a. durch Sonographie (41,65,79,101) auch auf die Verwendung flexibler oder rigider Endoskope bzw. die Größe des erzeugten Stomas (45,63).

Die häufigsten Unterschiede werden in der Art der Eröffnung des Bodens des III. Ventrikels beschrieben. Die Eröffnung erfolgt mit dem Endoskop selbst (29,105,127,137), wie in der Abbildung 2 dargestellt, mit einer Zange (26,29,45,56,61,112,135), einem Katheter (37,56,112), einem Koagulationsdraht ohne Energiezufuhr (112), durch bi- oder monopolare Koagulation (7,56,72,101,102), unter Verwendung eines Lasers, z.B. Kontakt Neodymium: Yttrium Aluminium Garnet Laser (Nd:YAG Laser) (2,19,79,86) oder Potassium-titanyl-phosphat (KTP) Laser (78,105,131).

Ebenfalls existieren zahlreiche Variationen des Vorgehens bei der Erweiterung der Perforationsstelle. Diese werden durch die Verwendung eines Ballonkatheters (17,29,45,72,73,89,102,112,137), mit dem Endoskop selbst (60,61,125,127) oder mit einer speziell entwickelten Zange, welche ihre rauhe, griffige Oberfläche an der Außenseite der Zangenbacken besitzt, (26) beschrieben. Auch die Durchführung einer EVECST in Kombination mit einer Aquäduktplastie wird beschrieben (111,137).

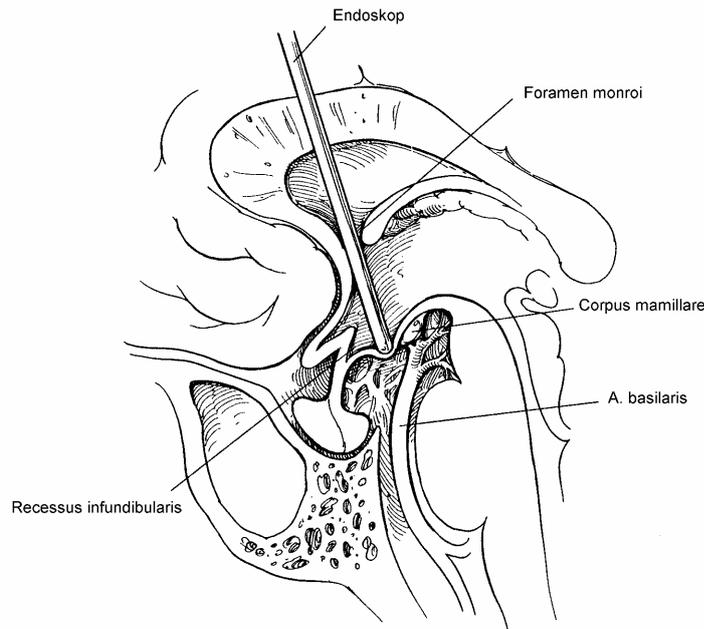


Abbildung 2: Graphische Darstellung einer EVECST durch Perforation des Bodens des III. Ventrikels mittels eines Endoskops (13).

1.2.3 Voraussetzungen zur EVECST

Zusammenfassend ist nach Jones, Hirsch, Hoffmann und anderen zu nennen, dass der Hydrozephalus obstruktiver (nichtkommunizierend) Natur, der Subarachnoidalraum offen sein muss und keine vorbestehende Resorptionsstörung vorliegen darf (7,46,53,54,62,67,72,90,105,117,135, 137). Nach Cinalli et al. (14) muss eine Unterbrechung des Aquädukts in der sagittalen T1 und T2 gewichteten Aufnahme bestehen, und es darf kein systolischer/diastolischer Fluss im dynamischen MRT vorliegen. Der III. Ventrikel und die Seitenventrikel müssen signifikant, bei Vorliegen eines normal weiten IV. Ventrikels, erweitert sein. Fukuhara et al. (37) vertreten allerdings die Meinung, dass ein Flusssignal im Aquädukt nicht die postoperativen Ergebnisse schmälert.

Da die Voraussetzung für den Erfolg dieses Eingriffs im Vorhandensein einer funktionierenden Liquorreabsorption liegt, wird durch zahlreiche Autoren, wie z.B. Siomin et al. (114) und Scarrow (105), das Fehlen einer nichtinvasiven einfachen Methode zur Abschätzung der

Resorptionskapazität bemängelt. Auf diesem Wege könnten die Auswahlkriterien noch enger gesteckt werden, und die Erfolgsrate würde deutlich ansteigen. Präoperative Testverfahren zur Einschätzung der Liquorresorption, wie Bolus-, Isotopen- oder Infusionstests, halten sie jedoch nicht für sinnvoll.

Damit sichergestellt wird, dass keine Verletzungen im Bereich des Hypothalamus während der Manipulation im III. Ventrikel auftreten, sollte dieser weit (dilatiert) sein. Es liegen schwankende Angaben von 0,7 bis größer 1 cm in der Breite vor (17,46,50,60,61,62,64,72,87,90,101,117,135). Nach den Angaben von Jones et al. (60) soll die notwendige Breite angeblich auch durch eine Erhöhung des intrakraniellen Druckes, z.B. bei liegendem Shunt, erreicht werden. Wesentlich ist, dass der III. Ventrikel mindestens etwas weiter als das zu verwendende Endoskop sein muss.

1.3 Neuropsychologische Aspekte des Hydrozephalus

Die Wirkungen des Hydrozephalus auf das Gehirn sind sehr vielschichtiger Natur. Es resultieren durch die Erweiterung der Ventrikel eine Kompression und Ausdünnung des Kortex, Abnahme von weißer Substanz, eine Dehnung des Corpus callosum sowie verzögerte Corpus callosum Myelinisierung beim Kind und selektive Ausdünnung des Hirns in anterior-posteriorer Richtung (4,8,11,32,83,133).

Eine Folge von Druckerhöhungen sind Veränderungen oder Störungen der Integrität der subkortikalen Strukturen und ihrer Verbindungen. Ventrikuläre Dilatationen nach erhöhtem intrakraniellen Druck sind meist mit Verschlechterungen kognitiver Parameter vereinigt, wobei aber weite Ventrikel nicht unbedingt mit verminderten intellektuellen Funktionen zu verbinden sind (70).

Nach Weinmann (130) erlaubt die Kenntnis der Breite der Hirnkammern eine Aussage über das Ausmaß des mentalen Leistungsdefizits. Er konnte in neuropsychologischen Untersuchungen nachweisen, dass eine Erweiterung des Ventrikelsystems eine Beeinträchtigung der psychischen Funktionen bewirkt, und es fanden sich hohe korrelative Beziehungen zwischen den Ergebnissen der psychologischen Untersuchung und dem morphologischen Befund. So konnten Schmidgen et al. 1994 in ersten Validierungs- und

Reliabilitätsstudien zu ihrem Neuropsychologischen Screening Test (NST) feststellen, dass die Hydrozephaluspatienten im Vergleich zur Normalbevölkerung das schlechteste Untersuchungsergebnis zeigten (107).

Obwohl die neuropsychologischen Auswirkungen des Hydrozephalus nicht pathognomisch sind, lassen sich nach Huber Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeit, Konzentration, Lern- und Merkfähigkeit sowie Intelligenz am häufigsten beobachten (58).

Wenn auch insbesondere ein Auftreten von Gedächtnisstörungen nicht einheitlich ist, stellen diese einen sensitiven, frühen Indikator für den Hydrozephalus dar. Dienzephalie, mediale Temporallappenstrukturen und das Frontalhirn sind direkt an der Gedächtnisbildung beteiligt und werden durch den Hydrozephalus geschädigt (83, 95).

Kritische Strukturen für die Entstehung einer Amnesie sind Schädigungen des Tractus mamillothalamicus und des ventralen Anteils der Lamina medullaris (95). Bilaterale Schädigungen des basalen Vorderhirns sollen zu hochgradigen anterograden Amnesien sowie Persönlichkeitsveränderungen, wie Apathie, Affektverflachung und Gleichgültigkeit gegenüber der Gedächtnisstörung, führen (nach Jetter et al. aus 95).

Im fortgeschrittenen Stadium des chronischen Hydrozephalus treten Störungen im Sinne eines Stirnhirnsyndroms mit Minderung des spontanen Antriebs, der Aufmerksamkeit, zunehmender Teilnahmslosigkeit, Vernachlässigung gewohnter Tätigkeiten und Vernachlässigung der eigenen Person auf (47,58). Die Ursachen sind nach Poeck (95) in Funktionsstörungen innerhalb frontothalamischer Bahnen zu sehen, wobei leichte Schädigungen des Stirnhirnes eher zu Leistungsminderungen als zu Auffälligkeiten im Verhalten führen.

Als Ursache für das Auftreten von Aufmerksamkeitsstörungen werden Beeinträchtigungen der Formatio reticularis und der rechten Hemisphäre beschrieben, wobei dem Thalamus und den Basalganglien besondere Bedeutung bei der Ausbildung der selektiven Aufmerksamkeit zukommt (95).

Ein Vorkommen des Hydrozephalus in der frühen Kindheit kann zu deutlichen intellektuellen Störungen und Defiziten in den verbalen und nichtverbalen kognitiven Leistungen und damit zu Beeinträchtigungen in der schulischen und späteren Berufsausbildung führen (4,10,32,33). Oft zeigen sich die Patienten, insbesondere Kinder, äußerlich ohne Behinderung und lassen ihre krankheitsbedingten Beeinflussungen erst in

verzögerten motorischen Entwicklungen und Lernschwierigkeiten erkennen (10). Nach Baron und Goldberger sowie Goldsmith (4,40) zeigt sich bei Hydrozephaluskindern, dass der IQ im Vergleich mit der gesunden Normalbevölkerung niedriger ist.

Die häufigsten Schwierigkeiten zeigen Hydrozephaluskinder durch Konzentrationsschwäche und Ablenkbarkeit. Sie zeigen gerade in den 4 Bereichen der Aufmerksamkeit: der Aktiviertheit, der Konzentrationsfähigkeit, der geteilten Aufmerksamkeit und der Daueraufmerksamkeit Beeinträchtigungen. Diese sollen nach Blume-Werry (10) Störungen bei hirnorganisch geschädigten Patienten ähneln und damit ebenfalls Ausdruck einer hirnorganischen Störung bei Hydrozephaluskindern darstellen. Schlechtere Ergebnisse als gesunde Probanden zeigen Hydrozephaluskinder auch auf den Gebieten der Gedächtnisbildung und Lernleistung (4,33). Diese sind vermutlich auf aktuelle Störungen der Aufmerksamkeit zurückzuführen (10).

Viele haben Schwierigkeiten, sich längere Zeit zu konzentrieren, zeigen Probleme beim schnellen Schreiben und im Umgang mit Zahlen, aber häufig sehr gute Fähigkeiten beim Lesen und in sprachlichen Übungen (55).

Weiterhin werden Schwächen in räumlich-konstruktiven Leistungen beschrieben, welche sich in Schwierigkeiten im Geometrieunterricht, dem Abzeichnen perspektivischer Vorlagen, dem Nachbau von Legomodellen oder im Basteln von Papierbooten darstellen. Ebenfalls können ein fehlerhaftes räumliches Bewusstsein, Wahrnehmungsstörungen und damit Beeinflussung des visuellen Gedächtnisses, mangelnde Motivation, Kombinationsstörungen, Störungen des Zeitgefühls und Orientierungsstörungen auftreten (55).

Es bestehen deutliche motorische und taktil-motorische Defizite (4,40).

Diese qualitative Andersartigkeit kann zu Störungen in der Auseinandersetzung im sozialen Umfeld mit Auftreten einer schlechten Selbsteinschätzung führen (4,10,40).

Neueste Untersuchungen belegen nach Blume-Werry (10), dass durch verbesserte neurochirurgische Erstversorgung Kinder mit Hydrozephalus eine gute Chance auf eine normale Intelligenzentwicklung haben. Entscheidend ist auch neben dem rechtzeitigen operativen Eingriff die Ätiologie des Hydrozephalus. Resultiert dieser aus einer schweren Hirnblutung oder schweren Infektion, muss allerdings mit einer Beeinträchtigung der Intelligenz gerechnet werden. Die verbale Intelligenz

(VIQ) ist häufig besser ausgebildet als die nichtverbale Intelligenz (PIQ), so korrespondieren meist gute fremdsprachliche Fähigkeiten mit einer Rechenschwäche.

1.4 Radiologische Messwerte zur Weitenbestimmung des Ventrikelsystems bei Patienten mit Hydrozephalus occlusus

Um das Ausmaß der Erweiterung des Ventrikularsystems, die Lokalisierung eventueller intra- oder extraventrikulärer Strukturen, Darstellung des Aquädukts und damit verbundener Zirkulationsstörungen beurteilen zu können, sollten als Voraussetzung zur operativen Therapie ein T1, T2 gewichtetes Schädel-MRT, ein dynamisches MRT und ein Schädel-CT angefertigt werden (101). Beim Hydrozephalus occlusus können anhand der Konfiguration des Ventrikularsystems Rückschlüsse auf den Ort der Zirkulationsstörung gezogen werden. So treten bei einer uni- bzw. bilateralen Blockade der Foramina Monroi ein- bzw. doppelseitige Erweiterungen der Seitenventrikel bei normal weiten III. und IV. Ventrikel auf. Bei einer Aquäduktstenose kommt es, gelegentlich kombiniert mit einer Erweiterung des proximalen Anteils des Aquädukts, außerdem zu einer Vergrößerung des III. Ventrikels bei normal weitem IV. Ventrikel. Eine Blockade der Foramina Magendii und Luschkae erzeugen eine Erweiterung aller Hirnventrikel (75, 101).

Zur Beurteilung des Ausmaßes der Ventrikeldilatation und seiner Dynamik sind die Indizes, welche in Tabelle 1 dargestellt sind, verwendbar. Diese werden über die Messwerte entsprechend der Darstellung berechnet (Abbildung 3). Dabei werden folgende Parameter erhoben:

- (A)** maximaler äußerer Durchmesser des Schädels auf der Stufe der Cella media
- (Aa)** maximaler innerer Durchmesser des Schädels auf der Stufe der Cella media
- (B)** minimale Weite beider Cellae mediae (Außenabstand der Seitenventrikelkörper)
- (C)** maximale bifrontale Distanz (größter Abstand der Frontalhörner)
- (D)** Distanz zwischen den Nuclei caudati auf der Stufe der Foraminae monroi (kleinster Abstand der Frontalhörner)

- (E) maximale Weite des III. Ventrikels
 (F) maximale Weite der Hinterhörner der Seitenventrikel auf der Stufe der bifrontalen Distanz (75,85,120).

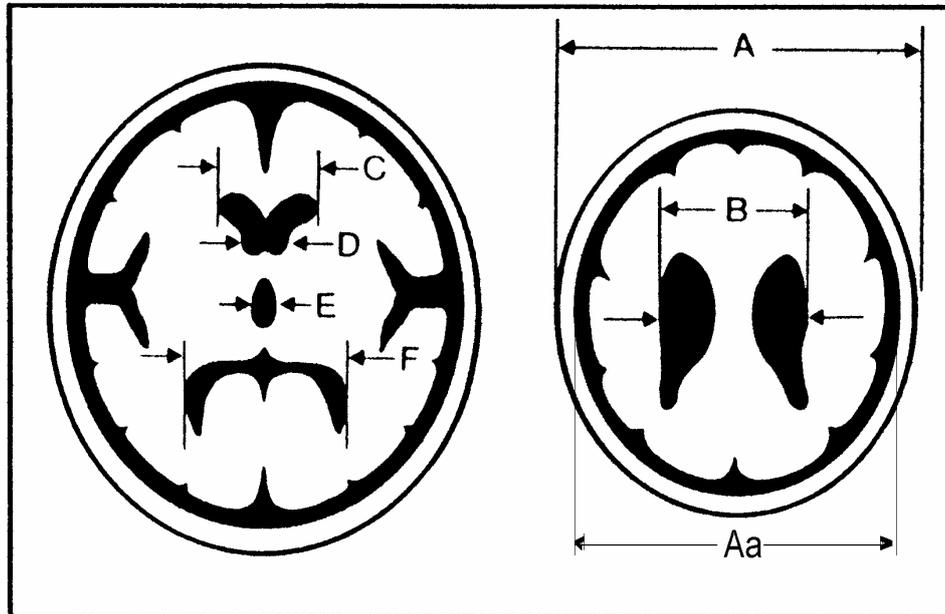


Abbildung 3: Messpunkte zur Weitenbestimmung der Liquorräume (75).

Aus diesen Parametern können die in der Tabelle 1 aufgeführten Indizes nach folgenden Formeln berechnet werden.

- Frontalhornindex (FHI) = F/C
 Huckmann-Zahl (HZ) in cm = $C+D$
 Cella-media-Index (CMI) = A/B
 Evans-Index (EI) = C/Aa
 (75,85,120).

Tabelle 1: Messwerte zur Weitenbestimmung der Liquorräume (75,81,98,120)

Befund	Frontal- hornindex F/C	Huckmann Zahl (cm) C+D	Breite des III. Ventrikels (mm)	Cella-media- Index A/B	Evans-Index C/Aa	Cisternae insulares	frontaler Interhemi- sphärenspalt	Weite der Sulci
Normal- befund	≥3,7	≤5	≤7	≥4,1	0,23 (0,16-0,29)	nicht sichtbar, strichförmig, < 3 mm	nicht sichtbar, strichförmig, < 3 mm	nicht sichtbar, strichförmig, < 3 mm
mäßiggradig pathologisch	3,6-3,1	5,1-6,4	8-10	4,0-3,6	0,3-0,4	3-5 mm	3-5 mm	3-5 mm
mittelgradig pathologisch	3,0-2,6	6,5-7,9	11-14	3,5-3,0	>0,4	6-9 mm (und/oder Inselwindun- gen sind sichtbar)	6-9 mm	5-6 mm
hochgradig pathologisch	≤2,5	≥8	≥15	≤2,9		≥ 10 mm	≥ 10 mm	≥ 6 mm

2 Material und Methodik

2.1 Die Patientengruppe und klinische Evaluation

Von 1994 bis 1997 wurden in der Neurochirurgischen Universitätsklinik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 25 Patienten mit Stenosen des Aquädukts (n=11), intra- und extraventrikulären Zysten (n=8) sowie Neoplasien mit externem Verschluss des Aquädukts (n=6) über eine endoskopische Ventrikulozisternostomie behandelt (Tabelle 2). Davon zeigten 12 Patienten (66,7%) eine akute (Gruppe α) und 6 Patienten (33,3%) eine chronische Symptomatik (Gruppe β). Dabei werteten wir einen bestehenden Hydrozephalus länger 6 Monate als chronisch.

Tabelle 2: Ursachenverteilung des Hydrozephalus unseres Patientengutes (n=25).

Ätiologie	Anzahl
Ideopathische Aquäduktstenosen	11
Aquäduktstenosen durch extraventrikuläre Tumoren	6
-Pineozytom	2
-Meningeom	1
-Angioblastom	1
-Misch-Tu Germinom/Chorionkarzinom	1
-unbekannter Tumor, histologisch nicht klassifiziert	1
Extraventrikuläre Zysten	2
-Zyste im Bereich der Stammganglien	1
-Zyste in der Cisterna supracerebellaris	1
Subarachnoidalzyste	3
Kolloidzyste	3

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 33,38 Jahr. Mit 13 männlichen und 12 weiblichen Patienten lag eine gleichmäßige Geschlechtsverteilung vor.

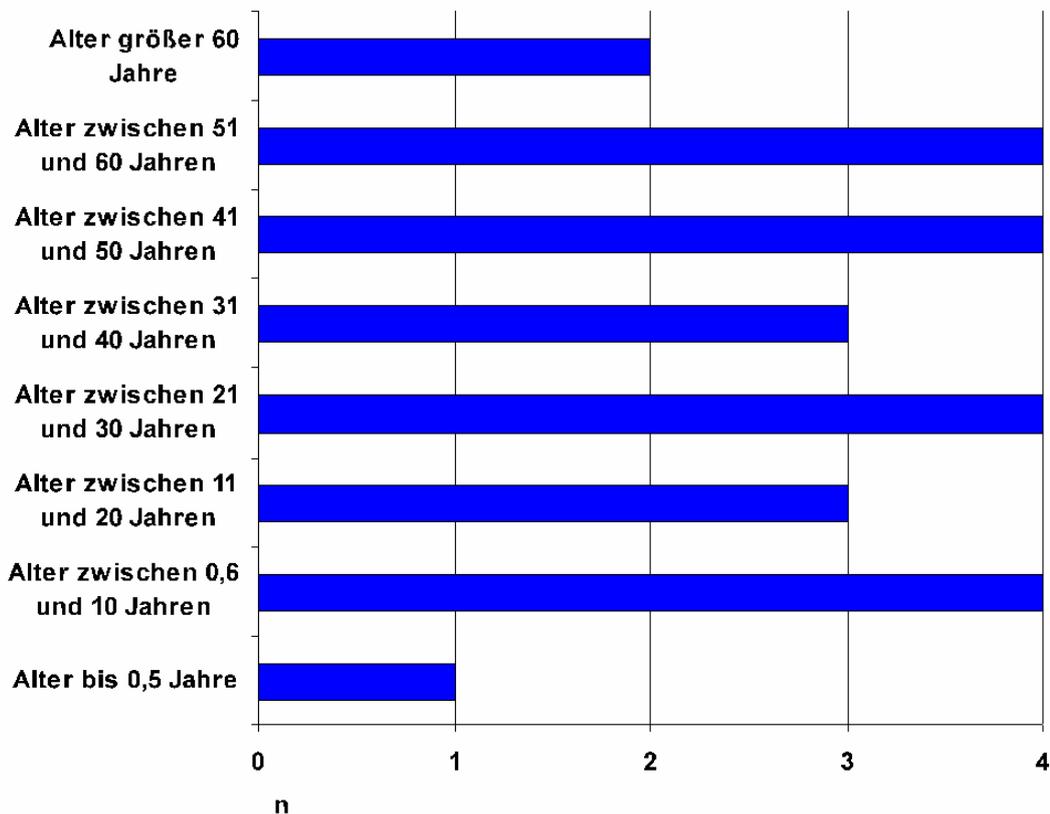


Diagramm 1: Graphische Darstellung der Altersverteilung aller operierten Patienten (n=25).

Die Tabelle 3 beschreibt die präoperativen klinischen Befunde von n=20 Patienten, welche in Vorbereitung der neuropsychologischen Untersuchung über einen standardisierten Fragebogen erhoben wurden. Dabei vergaben die Patienten Schulnoten von 1-5 für die Intensität der gegebenenfalls vorliegenden Symptomatik. Ab dem Auftreten der Note 2 werteten wir das Symptom als vorhanden.

Bei 5 Patienten konnten keine Werte erhoben werden.

Als operativen Erfolg des Eingriffes werteten wir durch eine Verbesserung bzw. Ausbleiben klinischer Symptome, die Rückbildung des Ventrikularsystems in den postoperativen cCT- und MRT-Untersuchungen, das Fehlen von Zeichen einer Hirndrucksymptomatik in den cCT (periventrikuläre Druckkappen) und in den dynamischen MRT-Untersuchungen sowie das Vorhandensein eines Flusses durch das Stoma, welches am Boden des III. Ventrikels geschaffen wurde.

Tabelle 3: Allgemeine Beschreibung der präoperativen Symptomatik bei n=20 Patienten, absteigend geordnet nach Häufigkeiten.

Symptome	Anzahl der Patienten	Prozentuale Verteilung
Kopfschmerz	16	80%
intrakranielles Druckgefühl	16	80%
Schwindelanfälle/ Gleichgewichtsstörungen	14	70%
Verstimmtheit	12	60%
Aufmerksamkeitsstörung (Vigilanz)	11	55%
Leistungsfähigkeitsstörung	11	55%
Gangunsicherheit	11	55%
Antriebsstörung	10	50%
Aufmerksamkeitsstörung (Konzentration)	9	45%
Gangbildstörung	9	45%
Kurzzeitgedächtnisstörung	9	45%
Übelkeit	9	45%
Aufmerksamkeitsstörung (tonische Wachheit)	8	40%
Merkfähigkeitsstörung (Vergesslichkeit) allgemein	8	40%
somnolente Zustände	8	40%
Erbrechen	7	35%
Kontinenzstörungen	7	35%
Doppelbilder	6	30%
Aufmerksamkeitsstörung (phasische Wachheit)	4	20%
Nystagmus	4	20%
gestörte örtliche Orientierung	3	15%
Langzeitgedächtnisstörung	3	15%
gestörte zeitliche Orientierung	2	10%

2.2 Radiologische Diagnostik

Zur Beurteilung des Ventrikularsystems, der Ursache der Stenose und zur Darstellung des Aquädukts wurde präoperativ zum Zeitpunkt der stationären

Aufnahme ein cCT und ein T1 und T2 gewichtetes Schädel-MRT angefertigt. Zur präoperativen Beurteilung des Flusses im Bereich des Aquädukts erfolgte ein dynamisches MRT (A1.0 Tesla MRT, Impact, Siemens, Erlangen).

Postoperativ wurden die Patienten nach dem ersten Tag, nach 14 Tagen, nach 4 Wochen, anschließend in regelmäßigen Abständen von einem halben Jahr durch cCT/MRT nachuntersucht.

Durch den Nachweis eines Flusses im Bereich der Stomie am Boden des III. Ventrikels wurde das Vorhandensein und die Funktionsfähigkeit der künstlichen Öffnung durch ein postoperatives dynamisches MRT nachgewiesen.

Zur Auswertung und Beurteilung des Hydrozephalus anhand der Weite des Ventrikularsystems erfolgte die Erhebung entsprechend den Messpunkten aus der Abbildung 3 in den Schnittbildern der cCT und MRT. Aus diesen Werten wurden die folgenden Indizes errechnet: Frontalhornindex (FHI), Huckmann-Zahl (HZ), Cella-media-Index (CMI), Evans-Index (EI). Zur Bestimmung der äußeren Liquorräume wurden der frontale Interhemisphärenspalt (FIHS), die Cisterna insularis (CI), die Breite der Sulci und Gyri (Su) sowie der frontale Abstand zwischen Kalotte und Zerebrum (frontaler Subarachnoidalraum) (Fr) gemessen (75,85,120).

Insgesamt wurden 190 cCT und MRT ausgewertet.

Zur Verwertung der Befunde wurden vier Zeitgruppen gebildet. Diese gliedern sich in eine präoperative Gruppe und drei postoperative Gruppen. Die erste Gruppe (**xA**) umfasst die präoperativen Werte, die zweite Gruppe (**xB**) die Werte vom 1. bis 60. postoperativen Tag, die dritte Gruppe (**xC**) die Werte vom 61. bis 365. Tag und die vierte (**xD**) alle Werte nach dem 365. Tag.

In den Auswertungen sind die Abkürzungen (am Beispiel des Cella-media-Index CMI) wie folgt zu verstehen:

CMIA	=	präoperative Werte	(erste Gruppe)
CMIB	=	1.-60. Tag	(zweite Gruppe)
CMIC	=	61.-365. Tag	(dritte Gruppe)
CMID	=	>365. Tag.	(vierte Gruppe)

2.3 Operative Technik der EVECST

Bei allen Patienten wurde in entsprechender Allgemeinanästhesie (TIVA) der Schädel in liegender Position in einer MAYFIELD-Klammer fixiert. Es erfolgte rechts frontal in Höhe der Kranznaht 1,5 cm parasagittal ein bogenförmiger Hautschnitt. Anschließend wurde ein Bohrloch 1,5 cm seitlich des Bregma Point gesetzt und ein kleiner Knochendeckel von 2 cm Durchmesser entnommen.

Nach Eröffnung der Dura wurde das rechte Vorderhorn unter sonographischer Führung (7,5 MHz Schallkopf Combison 311, Kretztechnik AG, Trefenbach, Österreich) mit einer Cushing-Kanüle oder einem Ventrikelkatheter punktiert. Nach Erweiterung des Punktionskanals wurde ein rigides 4-Kanal-Endoskop der Firma Aesculap mit einem äußeren Durchmesser von 6,2 mm eingeführt. Im Seitenventrikel wurden das Foramen monroi, der Plexus choroideus, das Septum pellucidum, die Fornix, der Thalamus, die Vena thalamostriata und die Septalvenen (Abbildung 4) identifiziert. Der Plexus choroideus auf dem Boden des Seitenventrikels, die Vena thalamostriata und medial die konfluierenden Septalvenen mit ihrer typischen Y-förmigen Struktur gelten neben dem Foramen monroi als Orientierungspunkte im Seitenventrikel.

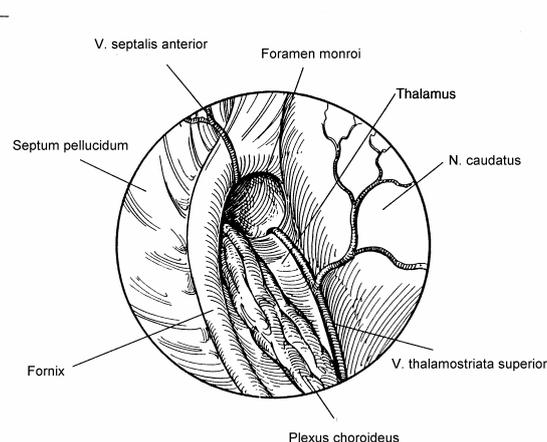


Abbildung 4: Sicht aus dem li. Seitenventrikel auf das Foramen monroi.
(13).

Durch das Foramen monroi wurde das Endoskop in den III. Ventrikel vorgeschoben. Nach Inspektion wurden die Landmarken (Corpora mamillaria

und Recessus infundibularis), welche für die spätere Platzierung der Stomie entscheidend sind, dargestellt (Abbildung 1).

Zwischen diesen Landmarken wurde nach vorheriger monopolarer Koagulation über einen Koagulationskatheter oder mittels einer bipolaren Gabel ein Areal von ca. 2-4 mm² des präamillären Trigonums koaguliert und somit die gliöse Schicht entfernt. Anschließend wurde die Arachnoidea in gleicher Weise koaguliert. Mit der Mikrofasszange wurde der Boden des III. Ventrikels nunmehr eröffnet und diese Perforation stückchenweise mit Mikroinstrumenten durch den Arbeitskanal des Endoskops erweitert. Nach erfolgreicher Perforation des Bodens des III. Ventrikels zeigt sich die freie Sicht in die Cisterna interpeduncularis mit dem typischen Blick auf den Basilariskopf (Abbildung 5).

Die Dura wurde vernäht und der Knochendeckel eingesetzt und mittels Craniofixtechnik der Firma Aesculap fixiert. Nach normalem Wundverschluss erfolgte der Verband.

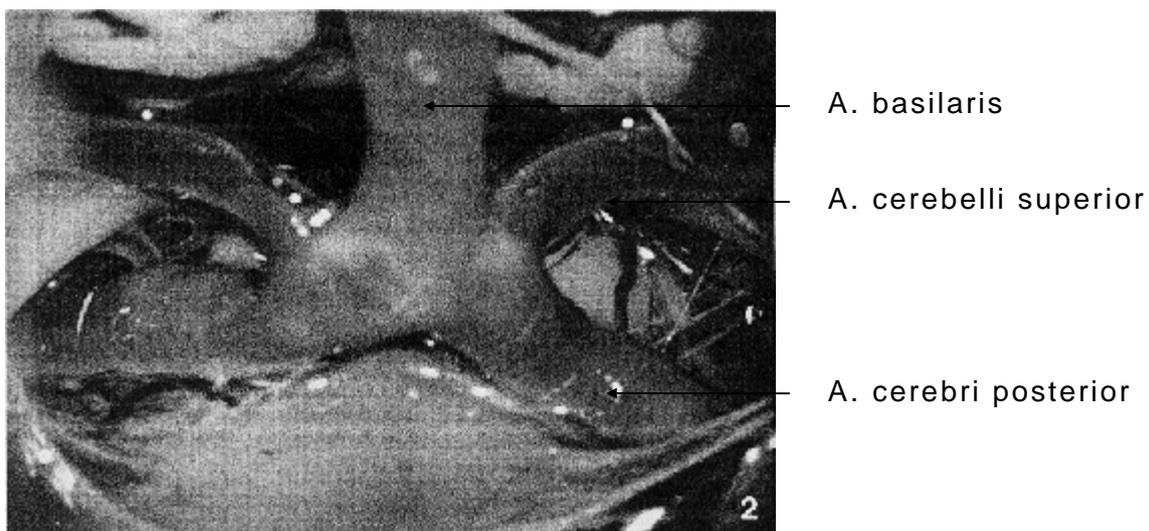


Abbildung 5: Sicht in die Cisterna interpeduncularis (100)

2.4 Neuropsychologische Diagnostik

Alle Testungen der Patienten, welche neuropsychologisch untersucht wurden, erfolgten postoperativ in deren häuslichem Bereich, um eine vertraute Atmosphäre ohne Zwänge oder Leistungsdruck zu schaffen. Es

fand ein allgemeines Gespräch von 5-minütiger Dauer statt, um das Vertrauen des Patienten zu erlangen, den Sinn der Untersuchung zu erläutern und eventuell bestehende allgemeine Ängste zu mildern.

Im Anschluss nahmen wir ein standardisiertes Interview vor, wobei Fragen zur allgemeinen Schulbildung, zum Schulabschluss, zur Selbsteinschätzung dem Patienten sowie an dessen Angehörige gestellt wurden. Weiterhin eruierten wir das allgemeine subjektive Befinden.

Die Antworten des Patienten wurden in einem vereinheitlichten Bogen zur späteren Auswertung vermerkt. Nach einer kurzen Pause erfolgte der Übergang zu den neuropsychologischen Kontrollen. In gleichmäßigen Abständen wurden die Patienten befragt, ob sie eine Pause zu Erholung benötigen.

Die von uns verwendete Testbatterie setzte sich aus folgenden Tests zusammen:

- MWT-A (Mehrfachwahl-Wortschatztest)
- d2, 1. und 2. Durchgang (konzentrativer Lerntest nach Brickenkamp)
- Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop
- LPS-Untertest 3 des Leistungsprüfsystem nach Horn
- DCS (Diagnostikum für Zerebralschädigung nach Hillers)
- CPM (Farbiger Progressiver Matrizen-Test nach Raven für Kinder)
(8,74,95,115,119,129,134)

Die Tests umfassten zahlreiche Items, welche motorisch, schriftlich oder verbal zu beantworten waren. Ziel der Untersuchung sollte es sein, unter Verwendung möglichst standardisierter, gut durchführbarer Tests die kognitiven Funktionen Intelligenz, Aufmerksamkeit, Konzentration, Gedächtnis und Interferenzneigung (als Aspekt der kognitiven Umstellfähigkeit) zu prüfen.

Normales Farbsehen, normale Sehschärfe (eventuell Korrektur mit Brille) sowie Lesefähigkeit wurden abgeklärt.

Die Gesamtdauer der Untersuchung sollte dabei 2 Stunden nicht überschreiten.

Die Skalierung der erhobenen Werte aus den neuropsychologischen Tests geschah an Normwerten, welche bei Wolfram et al., Bäumlner, Weidlich et al. und Sturm et al. (8,115,129,134) entnommen wurden.

Die Normierung der analysierten Werte erfolgte an der C-Normskala mit

$\bar{x}=5$ und $SD=2$. Dabei stellen Werte von -1 bis 3 extrem bis leicht unterdurchschnittliche Leistungen, 4-6 durchschnittliche und 7-11 überdurchschnittliche Leistungen dar. Die IQ Tests wurden an der IQ Skala normiert.

2.4.1 Intelligenztests

Die Kinder unserer Behandlungsgruppe wurden mit dem Raven Test (CPM) überprüft. Vier Kinder konnten dabei untersucht werden.

Über den LPS-Untertest 3 des Leistungsprüfsystems nach Horn wird über die visuo-kognitive Leistung das nichtverbale Intelligenzniveau als Ausdruck einer konstruktiven Intelligenz gemessen. 14 Patienten konnten ausgetestet werden. Als verbaler Intelligenzkurztest gibt der Mehrfachwortschatztest MWT-A insbesondere Auskunft über die kristalline Intelligenz, das prämorbid Intelligenzniveau des Probanden. Er wurde ebenfalls bei 14 Patienten durchgeführt.

2.4.2 Konzentrativer Lerntest d2

Die Ausführung des Tests erfolgte nach einem vorgegebenen Schema entsprechend der Testanleitung und -auswertung nach Wolfram et al. (134). Gemessen wurde die Gesamtzahl der durch den Probanden bearbeiteten Zeichen als Kriterium für die Leistungsmenge (GZ-Wert) und die Fehlerzahl (Fehlerrohwert), welche sich aus dem Fehler 1. Ordnung und Fehler 2. Ordnung zusammensetzte. Aus diesen Daten wurden die weiteren Faktoren: F%, GZ-F und schließlich $\Delta GZ-F$ und $\Delta F\%$ berechnet.

GZ-Wert	-	Leistungsmenge = Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen über 14 Zeilen
Fehler 1. Ordnung	-	fälschlich ausgelassene Zeichen
Fehler 2. Ordnung	-	fälschlich angestrichene Zeichen
F%	-	Daten für die Leistungsgüte
GZ-F	-	Kombiniertes Qualitäts-Quantitätsmaß

- $\Delta GZ-F$ - Fähigkeit eines Probanden zur lern- und übungsbedingten Steigerung bei konzentrativer Tätigkeit vorwiegend unter dem Gesichtspunkt der Schnelligkeit = konzentrierte Lernfähigkeit unter quantitativem Aspekt
- $\Delta F\%$ - Fähigkeit eines Probanden zur lern- und übungsbedingten Steigerung bei konzentrativer Tätigkeit vorwiegend unter dem Gesichtspunkt der Genauigkeit relativ zur Leistungsmenge = konzentrierte Lernfähigkeit unter qualitativem Aspekt

2.4.3 Diagnostikum für Zerebralschädigung - DCS

Die Durchführung des Tests erfolgte nach Wolfram et al. (134) in 3 Durchgängen. Nach einem festgelegten Schema wurden die Fehlerpunkte aufgenommen. Die Merkfähigkeitsleistung des Probanden wurde durch die Ergebnisse der ersten Durchführung bestimmt. Die relativen Verbesserungen der Leistungen vom 1. bis zum 3. Versuch stehen als Ausdruck der Lernleistung, welche sich nach folgendem Schema berechnet:

$$Lf = \frac{RW_A - RW_E}{RW_A \times \text{Anzahl der Versuche}} \times 100$$

- Lf - Lernfähigkeitswert
- RW_A - Anzahl der Fehlerpunkte im Anfangsversuch
- RW_E - Anzahl der Fehlerpunkte im Endversuch

2.4.4 Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop - FWIT

In die Auswertung sind die Daten der Kurz- und der Langform des Tests, sowohl die Lesezeit als auch die Variablen 1 und 2 für die kritische Testung (INT) nach Wolfram et al. (134) eingegangen. Für jeden unkorrigierten Fehler wurde für die kritische Zeit in der Kurzform ein Fünfzigstel und in der Langform ein Hundertstel der Gesamtzeit bzw. Kurzzeit addiert.

kritische Zeit Langform korrigiert = kritische Zeit Rohwert + (Fehlerzahl
X ein Hundertstel der Gesamtzeit)

2.5 Statistische Auswertung

Zum überprüfen von wissenschaftlichen Vermutungen werden statistische Hypothesen aufgestellt. Sie sind bei Gruppenvergleichen meist so formuliert, dass das Ziel des Anwenders das Ablehnen der Hypothese ist. Als Signifikanzniveau (Fehler 1. Art, Fehlerwahrscheinlichkeit oder p-Wert) wird diejenige Wahrscheinlichkeit bezeichnet, mit der man irrtümlich eine richtige Hypothese ablehnt. Will man einen geringen Fehler beim Ablehnen der Hypothese machen, so sollte diese Wahrscheinlichkeit klein sein, übliche Schranken sind $\alpha=0,05$ und $\alpha=0,01$. In dieser Arbeit wurde mit dem Signifikanzniveau von 5% gearbeitet.

Da bei den meisten Testverfahren vorausgesetzt wird, dass die Daten normal verteilt sind, wurde diese Voraussetzung als erste mit dem von Lilliefors modifizierten Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft.

Je nachdem, ob die Hypothese der Normalverteiltheit der Daten angenommen wird oder nicht, können parametrische Tests oder nicht-parametrische (Rang-) Tests durchgeführt werden.

Die in dieser Arbeit verwendeten metrischen Variablen sind normal verteilt. Daher kamen zum Testen der Hypothesen parametrische Verfahren, die die Normalverteilung als Voraussetzung haben, zur Anwendung.

Verwendung fand die Prozedur „GLM-Messwiederholungen“ aus SPSS®, (Version 11.0.1, SPSS Inc., Chicago, Illinois). Die Intensität der Symptome der Patienten wurde auf einer Ordinalskala (Werte 1 bis 5) gemessen und

ist daher nicht normal verteilt. Die Hypothesen bezüglich der Symptome wurden daher mit nichtparametrischen Tests überprüft.

Bei der Messwiederholungsanalyse (multivariate Varianzanalyse) wird ein Vergleich von mehreren abhängigen Variablen (Messungen in der Zeit) bei normal verteilten Daten durchgeführt. Die unabhängigen Variablen sind qualitativ und unterteilen das Patientengut in zwei Untergruppen, „Akut“ (Gruppe α) und „Chronisch“ (Gruppe β). Die Innersubjektfaktoren charakterisieren die verschiedenen Messungen derselben Eigenschaft zu den von uns bestimmten vier unterschiedlichen Zeitpunkten und sind die abhängigen quantitativen Parameter.

Die zu überprüfenden Hypothesen bei der Auswertung der radiologischen Befunde waren dabei:

1. Unterscheiden sich die beobachteten Daten zwischen den betrachteten Gruppen im zeitlichen Durchschnitt ?
2. Unterscheiden sich die beobachteten Daten zwischen den betrachteten Gruppen im zeitlichen Verlauf ? (Test auf Parallelität der Gruppenprofile)
3. Ist der Verlauf der betrachteten Messzeitpunkte im zeitlichen Verlauf konstant?

Im Ergebnisteil werden kurz die Tests genannt und die p-Werte ausgedrückt. Testentscheidungen mit p-Werten zwischen 0,05 und 0,01 werden als signifikant bezeichnet.

Zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen radiologischen und neuropsychologischen Parametern wurde der Pearsonsche Korrelationskoeffizient bestimmt. Dabei wird die Hypothese getestet, dass die Koeffizienten gleich null sind. Allerdings gelten erst Korrelationskoeffizienten ab 0,7 als bedeutend für einen Zusammenhang.

Die Korrelationen mit den Symptomen wurden mit den Spearmanschen Rangkorrelationskoeffizienten überprüft, und die Gruppenvergleiche (Gruppe α und β) bezüglich der Symptomvariablen wurden mit dem parametrischen Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Operative Erfolgsrate und Komplikationen

25 Patienten wurden über eine EVECST behandelt. Die Krankenhausletalität betrug 0%. Das operativ technische Ergebnis der endoskopischen Ventrikulozisternostomie wurde intraoperativ durch eine Ventrikulographie sowie postoperativ durch ein dynamisches MRT nachgewiesen. Es zeigte sich bei 24 Patienten ein erfolgreich durchgeführter Eingriff.

Der klinische Erfolg der Behandlung wurde durch eine Reduzierung der ventrikulären Ausdehnung in den Schnittbildern der postoperativen cCT und MRT sowie durch die Rückbildung bzw. das Ausbleiben der klinischen Symptomatik beurteilt. Es lag eine Erfolgsrate von 75% vor.

Bei 4 Patienten war eine Revision mit Implantation eines Ventils erforderlich. Es existierte bei ihnen neben der obstruktiven Seite des Hydrozephalus eine aresorptive Komponente.

Bei einem weiteren Patienten musste nach Beginn des Eingriffs die Operation abgebrochen werden, da das Lichtleitsystem des Endoskops nicht funktionierte. Daraufhin lehnte der Patient einen erneuten Eingriff (EVECST) ab und entschied sich für die Anlage eines VP-Shunt.

In der gesamten Beobachtungsphase trat nur eine bemerkenswerte Komplikation auf. Eine Patientin erlitt wenige Stunden postoperativ eine Ventrikelblutung. Es bestand die Indikation zur ventrikulären Liquorableitung. Zu einem späteren Zeitpunkt musste hier ein VP-Shunt implantiert werden. Der Eingriff wurde als Versager gewertet und nicht in die Studie eingeschlossen. Die Patientin hatte ein unbeeinträchtigtes Outcome.

3.2 Darstellung des Outcome der Patienten

Das klinische Outcome der Patienten werteten wir über eine Erhebung der postoperativen Hirndrucksymptomatik (Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerz, intrakranielles Druckgefühl) sowie über die Erfassung der neurologischen und neuropsychologischen Parameter (Schwindelanfälle, Gleichgewichtsstörungen, Gangunsicherheit, Gangbildstörungen,

somnolente Zustände, Doppelbilder, Nystagmus, Kontinenzstörungen, Störungen der Aufmerksamkeit, der Merkfähigkeit, der Konzentration, des Gedächtnisses, der Leistungsfähigkeit, des Antriebs, der Verstimmtheit, der Orientierung) als subjektive Angaben. Diese Werte verglichen wir mit den präoperativen Befunden, wobei wir die Differenz von 2 Punkten als deutliche Änderung werteten.

Im postoperativen Ergebnis des Eingriffes (Tabelle 4) zeigte sich bei den meisten unserer behandelten Patienten eine Verbesserung bzw. ein komplettes Verschwinden der präoperativen Symptomatik. Kein Patient zeigte postoperative Zeichen einer fortbestehenden Hirndrucksymptomatik, wobei die Symptome Übelkeit, somnolente Zustände und Erbrechen vollständig aufgehoben waren. Die präoperativen Symptome Kopfschmerz, Gangbildstörung, Doppelbilder boten postoperativ eine deutliche Verbesserung. Bei 6 Patienten zeigte sich postoperativ eine Verschlechterung bzw. ein erstmaliges Auftreten der Symptome: Schwindelanfälle/Gleichgewichtsstörung, Gangunsicherheit, Verstimmtheit, Störungen der Aufmerksamkeit, der Leistungsfähigkeit, des Gedächtnisses, der Merkfähigkeit und der Orientierung. Dabei waren 1 OP-Versager und 1 Versager aus technischen Gründen sowie 4 erfolgreich behandelte Patienten vertreten. Bei den 2 OP-Versagern und 1 erfolgreich operierten Patienten traten 80% der postoperativ aufgetretenen oder verschlechterten Symptome auf. Ein erfolgreich behandelter Patient, welcher präoperativ und postoperativ Tegretal erhielt, zeigte postoperativ ein verstärktes Auftreten der Symptome Merkfähigkeitsstörung, Kurzzeitgedächtnisstörung, Aufmerksamkeitsstörung, Störung der zeitlichen Orientierung, Schwindelanfälle und Gangunsicherheit. Ein weiterer erfolgreich behandelter Patient wies postoperativ verstärkte Merkfähigkeitsstörungen, Kurzzeitgedächtnisstörungen und Aufmerksamkeitsstörungen auf. 2 erfolgreich behandelte Patienten zeigten lediglich Verschlechterungen des Symptoms Verstimmtheit.

Tabelle 4: Darstellung der präoperativen klinischen Symptomatik und der subjektiven neuropsychologischen Ergebnisse nach EVECST im Vergleich mit den postoperativen Ergebnissen bei n=20 Patienten.

Symptom	Vorliegen der Symptome Prä-OP	Vorliegen der Symptome Post-OP	Verbesserung der Symptome Post-OP	Verschwinden der Symptome Post-OP	Gleichbleiben der Symptome Post-OP	Verschlechterung der Symptome Post-OP	Auftreten der Symptome Post-OP
Kopfschmerz	16	9	9 (7)	7 (5)	0	0	0
intrakranielles Druckgefühl	16	6	3 (2)	10 (9)	2	1	0
Schwindelanfälle/ Gleichgewichtsstörungen	14	5	1 (1)	10 (6)	2	1	1 (1)
Verstimmtheit	12	11	4	1 (1)	4	3 (1)	0
Aufmerksamkeitsstörung (Vigilanz)	11	9	2 (1)	3 (2)	4	2	1
Leistungsfähigkeitsstörung	11	9	5 (2)	2 (1)	2	2 (1)	0
Gangunsicherheit	11	5	2 (1)	6 (5)	1	2	0
Antriebsstörung	10	7	3	3 (3)	4	0	0
Kurzzeitgedächtnisstörung	9	10	3	1 (1)	3	2	2 (2)
Aufmerksamkeitsstörung (Konzentration)	9	7	1 (1)	3 (3)	4	1	1
Übelkeit	9	0	0	9 (9)	0	0	0
Gangbildstörung	9	4	4 (2)	5 (4)	0	0	0
Merkfähigkeitsstörung	8	9	4 (1)	1 (1)	1	2	2 (2)

(Vergesslichkeit) allgemein							
Aufmerksamkeitsstörung (tonische Wachheit)	8	5	1	4 (2)	2	1	1
somnolente Zustände	8	0	0	8 (4)	0	0	0
Erbrechen	7	0	0	7 (6)	0	0	0
Kontinenzstörungen	7	3	3 (2)	4 (2)	0	0	0
Doppelbilder	6	1	1	5 (3)	0	0	0
Aufmerksamkeitsstörung (phasische Wachheit)	4	4	0	1	3	0	1
Nystagmus	4	2	2 (1)	2 (1)	0	0	0
Langzeitgedächtnisstörung	3	3	1 (1)	0	2	0	0
gestörte örtliche Orientierung	3	2	0	2 (2)	1	0	1 (1)
gestörte zeitliche Orientierung	2	3	1	0	1	0	1 (1)

Wert in Klammern stellt eine Differenz von wenigstens 2 Punkten (deutliche Änderung) der Symptomatik dar

3.3 Radiologische Auswertung

3.3.1 Entwicklung der radiologischen Parameter am Beispiel des Cella-media-Index - CMI

Ausgehend von $n=18$ Patienten zum Zeitpunkt **A** (mit einem Mittelwert $\bar{x}=2,49$ (\pm SD=0,52) des Cella-media-Index, konnten wir zum Zeitpunkt **D** bei $n=13$ einen Mittelwert von $\bar{x}=3,1$ (\pm SD=0,91) bestimmen. Es ist unter gleichzeitiger Betrachtung der akuten (Gruppe α) und chronischen (Gruppe β) Patienten ein deutlicher postoperativer Anstieg des CMI von 24,4 %, als Ausdruck einer Rückbildung des intraventrikulären Hohlraumsystems, zu verzeichnen.

Bei der multivariaten Varianzanalyse ergab sich im Vergleich der abhängigen Variablen (Messungen in der Zeit) beim Test auf Unterschiede zwischen den Gruppen mit $p=0,953$ keine Signifikanz. Der Test auf Unterschiede zwischen den Zeitpunkten zeigte bei der Gruppe α mit **$p<0,0005$** signifikante Veränderungen A gegen B und B gegen C und in der Gruppe β mit $p=0,059$ keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zeitpunkten. Beim Test auf Interaktion (Test auf Parallelität) unter Berücksichtigung der Parameter Zeit und Gruppe können mit $p=0,899$ parallele Verläufe angenommen werden. Ein signifikant unterschiedliches Rückbildungsverhalten zwischen den Gruppen α und β ist damit ausgeschlossen.

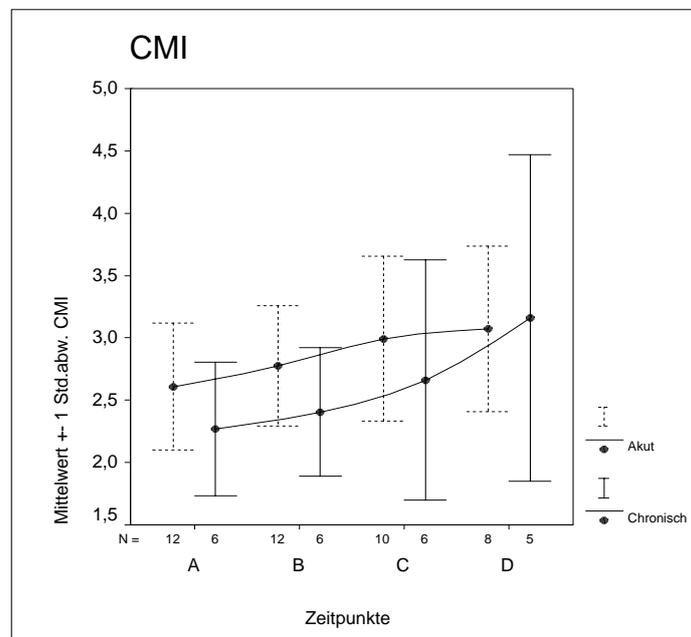


Diagramm 2: Cella-media-Index im Vergleich zwischen den Gruppen α und β

3.3.2 Die radiologischen Parameter im Überblick

Da bei den meisten Testverfahren vorausgesetzt wird, dass die Daten normalverteilt sind, wurde diese Voraussetzung als erste mit dem von Lilliefors modifizierten Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft, und es konnte eine Normalverteilung festgestellt werden. In der anschließenden multivariaten Varianzanalyse (Tabelle 5) zeigten sich signifikante postoperative Ventrikeländerungen als positiver Ausdruck einer Verkleinerung der inneren Liquorräume bei allen Ventrikelindizes (bis auf den FHI) bei der Gruppe α . und der Breite des III. Ventrikels bei der Gruppe β . Ein unterschiedliches Rückbildungsverhalten der Ventrikelgrößen im Vergleich der Gruppen α und β konnte durch den Nachweis nicht paralleler Verläufe bei den Indizes: BV, , HZ und EI nachgewiesen werden. Dabei zeigt sich das postoperative Rückbildungsverhalten im Gruppenvergleich bei der Breite des III. Ventrikels als hoch signifikant. Prozentual betrachtet traten postoperativ nach EVECST die stärksten Änderungen beim CMI und der BV auf.

Tabelle 5: Tabelle der Ergebnisse der GLM Messwiederholungsanalyse der abhängigen Variablen (Messungen in der Zeit) bei normal verteilten Daten und der prozentualen Ventrikelparameteränderung

Index	Ventrikelparameteränderungen in +/- Prozent nach EVECST Gruppe $\alpha+\beta$	Änderungen in der Zeit		Interaktion (parallele Verläufe)*	Gruppenunterschiede
		Gruppe α	Gruppe β		
CMI	24,4	P<0,0005 (A/B, B/C)	P=0,059	P=0,899	P=0,953
BV	21,6	P<0,0005 (A/B)	P=0,014 (A/B)	P<0,0005	P=0,144
HZ	7,4	P<0,0005 (A/B, B/C)	P=0,799	P=0,002	P=0,206
EI	6,2	P<0,0005 (A/B, B/C)	P=0,327	P=0,013	P=0,160
FHI	2	P=0,210	P=0,272	P=0,162	P=0,087

fett gedruckte Werte zeigen signifikante Unterschiede an, $p \leq 0,05$ signifikant, $p \leq 0,01$ hoch signifikant

* bei signifikanten Werten keine parallelen Verläufe

3.4 Ergebnisse der neuropsychologischen Untersuchung

3.4.1 Intelligenztests

Die Analyse des verbalen und nicht verbalen Intelligenzniveaus ergab für unsere Patienten, gemessen an der IQ-Normskala mit einem durchschnittlichen IQ von 101, ein vergleichbares Abschneiden zur Normalbevölkerung (Tabelle 6).

Bei der Betrachtung der Boxplots des Diagramm 3 ist am Beispiel des IQ-Durchschnitts ersichtlich, dass 50 Prozent der Patienten (zwischen der 25. und 75. Perzentile) bei einem Maximalwert von 117 und einem Minimalwert von 79 im gut mittleren Bereich der IQ-Normskala angesiedelt sind. Zu erkennen ist die leichte asymmetrische Verteilung als negative Schiefe, so

dass eine Verteilung auf mehr größere Werte vorliegt. Damit können wir davon ausgehen, dass mehr Patienten Werte von über 100 auf der IQ-Normskala erreichen konnten.

Tabelle 6: Ergebnisse der Intelligenztests

Test	\bar{x}	x	SP	min	max	SD
CPM	107	111	28	89	117	12,36
LPS	98	103	58	66	124	20,33
MWT-A	101	101	44	74	118	10,9
Ø IQ	101	107	37	79	117	13,4

\bar{x} : Mittelwert (mittlerer IQ); x: Median; SP: Spannweite; min: minimaler Wert; max: maximaler Wert; SD: Standardabweichung;

Bei der Prüfung der Gruppen α und β ergaben sich für den IQ-Durchschnitt ($p=0,572$), den MWT-A-IQ ($p=0,616$) und LPS 3-IQ ($p=0,96$) keine signifikanten Unterschiede.

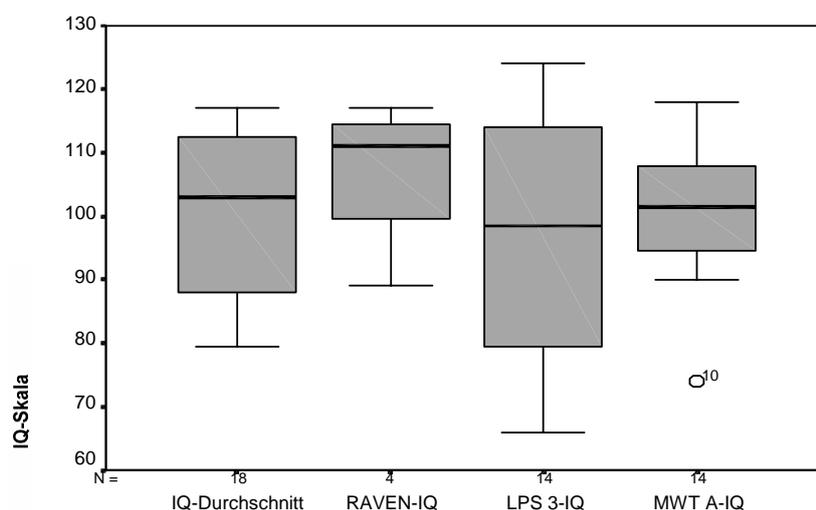


Diagramm 3: Graphische Darstellung der erhobenen Werte des IQ-Durchschnitts, des Raven-Tests, LPS Untertest 3 und MWT-A-Tests an der IQ-Skala mit $\bar{x}=100$ und $SD=15$.

3.4.2 Konzentrativer Lerntest d2, Diagnostikum für Zerebralschädigung-DCS, Farbe-Wort-Interferenztest nach Stroop

Erhoben wurden die Werte an der C-Normskala mit $\bar{x}=5$ und $SD=2$. Bei den Untersuchungen der 18 einbezogenen Patienten ergaben sich für den Δ GZ-F Wert ,den Δ F% Wert aus dem d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp und für die Lernfähigkeit sowie Interferenz aus dem Farbe-Wort-Interferenz-Test nach Stroop durchschnittliche Werte im Vergleich zur Normalbevölkerung. In der Analyse der Merkfähigkeit und Lernfähigkeit aus dem Diagnostikum für Cerebralschädigung schnitten unsere Patienten mit Ergebnissen unter dem Normbereich am schlechtesten ab.

Im Vergleich der Gruppen α und β zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede ($p=0,021$) nur beim Δ F% Wert aus dem d2 Test als Ausdruck der konzentrativen Lernleistung unter qualitativem Gesichtspunkt. Weitere Unterschiede zwischen der akuten (α) und chronischen (β) Gruppe konnten nicht aufgezeigt werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Ergebnisse der neuropsychologischen Untersuchungen unserer Patienten (n=18) aus dem d2, DCS und FWIT.

Test	n	\bar{x}	x	SP	min	max	SD	Gruppenunterschiede α/β
d2: Δ GZ-F	18	3,7	3,5	8	0	8	2,0	p=0268
D2: Δ F%	18	5,4	5,0	8	2	10	1,9	p=0,021
DCS: Mf	18	2,9	3,0	8	-1	7	2,4	p=0,89
DCS: Lf	18	2,1	1,5	10	-1	9	3,3	p=0,11
FWIT: L	18	6,0	8,0	11	-1	10	3,7	p=0,365
FWIT: INT	18	4,4	5,0	12	-1	11	3,3	p=0,498

3.5 Zusammenhänge zwischen radiologischen und neuropsychologischen Befunden

Um mögliche Zusammenhänge zwischen radiologischen und neuropsychologischen Befunden aufzudecken, wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt (Tabelle 8). Bei den Pearsonschen Korrelationskoeffizienten wird die Hypothese getestet, dass die Koeffizienten gleich null sind. Allerdings gelten erst Korrelationskoeffizienten ab 0,7 als bedeutend für einen Zusammenhang. Diese bedeutenden Zusammenhänge zeigten sich bei der Lesezeit L aus dem FWIT gleich zu mehreren radiologischen Parametern (HZ, BV, CMI). Des Weiteren wiesen der CMI und die HZ die häufigsten Korrelationen zu Ergebnissen der neuropsychologischen Testungen auf.

Tabelle 8: Darstellung der Pearsonschen Korrelationen:
Neuropsychologische Untersuchungen / Radiologische
Messungen (zum Zeitpunkt der neuropsychologischen
Untersuchung).

Neuropsychologische Parameter		Radiologische Parameter				
		FHI	HZ	BV	CMI	EI
IQ	Korrelation	-0,010	-0,283	-0,251	0,434	-0,193
Durchschn.						
n=16	Signifikanz (2-seitig)	0,970	0,287	0,349	0,093	0,473
LPS 3-IQ	Korrelation	-0,052	-0,213	-0,162	0,512	-0,162
n=14	Signifikanz (2-seitig)	0,859	0,465	0,580	0,061	0,580
MWT-A-IQ	Korrelation	-0,046	-0,453	-0,442	0,394	-0,215
n=14	Signifikanz (2-seitig)	0,875	0,104	0,113	0,163	0,461
MF	Korrelation	-0,075	-0,350	-0,355	0,647	-0,225
n=16	Signifikanz (2-seitig)	0,783	0,184	0,177	0,007	0,402
LF	Korrelation	0,239	-0,508	-0,484	0,528	-0,475
n=16	Signifikanz (2-seitig)	0,374	0,045	0,057	0,035	0,063
Delta GZ-F	Korrelation	-0,138	0,032	-0,125	-0,124	0,180
n=16	Signifikanz (2-seitig)	0,610	0,906	0,643	0,647	0,504
DELTA F%	Korrelation	0,527	-0,514	-0,360	0,028	-0,458
n=16	Signifikanz (2-seitig)	0,036	0,042	0,170	0,918	0,074
Lesezeit L	Korrelation	0,307	-0,700	-0,768	0,749	-0,522
n=16	Signifikanz (2-seitig)	0,248	0,003	0,001	0,001	0,038
Interferenz	Korrelation	0,020	-0,373	-0,463	0,254	-0,195
n=16	Signifikanz (2-seitig)	0,942	0,155	0,071	0,342	0,469

Signifikante ($p < 0,05$) Korrelationen sind fett gedruckt.

3.6 Zusammenhänge zwischen radiologischen und klinischen Befunden

Unterschiede zwischen den Gruppen α und β wurden unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests ausgeschlossen, so dass alle Patienten einheitlich betrachtet werden konnten. Die Zusammenhänge wurden unter Verwendung des Spearmanschen Korrelationskoeffizienten bestimmt. Die präoperativen klinischen Symptome wurden dabei mit den radiologischen Ergebnissen der Zeitgruppe **A** (präoperativer Wert) verglichen und die postoperativen klinischen Symptome mit den jeweiligen Zeitpunkten **B-D**, in denen sie erhoben wurden. Spearmansche Korrelationen größer als 0,6 oder kleiner als $-0,6$ ($p < 0,05$) zu den Zeitpunkten Prä- (unterstrichen) und Post-OP (nicht unterstrichen) wurden dargestellt (Tabell 9).

Tabelle 9: Darstellung der Spearmanschen Korrelationen zwischen radiologischen Parametern und Symptomen der Patienten (n=20)

Symptom	FHI	HZ	CMI	EI	BV
Merkfähigkeitsstörung	<u>-0,628</u> -0,606	-	-	-	-
Kurzzeitgedächtnisstörung	-0,622	0,693	-	0,734	0,637
Aufmerksamkeitsstörung (tonische Wachheit)	-	-	-0,641	-	0,647
Aufmerksamkeitsstörung (Konzentration)	-	0,602	-	0,669	0,637
Aufmerksamkeitsstörung (Vigilanz)	-	-	-	0,632	-
Verstimmtheit	-	0,710	-	0,640	<u>0,639</u> 0,700
Leistungsfähigkeitsstörung	-	-	-	0,607	-
Gangunsicherheit	-	-	-0,681	-	0,600
Gangbildstörung	-	-	-	-	0,680
intrakranielles Druckgefühl	-	-	-0,608	-	-

Klinische Symptome ohne Nachweis von Korrelationen wurden nicht mit aufgeführt

Dabei zeigen sich signifikante Korrelationen der präoperativen Werte lediglich zwischen dem FHI und der Merkfähigkeit sowie der BV und der Verstimmtheit.

4. Diskussion

4.1 Bewertung der EVECST in Relation zu anderen Therapiestrategien beim Hydrozephalus occlusus

4.1.1 Offene Techniken

Bezüglich der operativen Therapie des Hydrozephalus occlusus existieren heute zahlreiche Methoden der Behandlung. Es wurden verschiedene Techniken wie Shuntableitungen in unterschiedlichste Körperkompartimente, offene Techniken der Ventrikulozisternostomie (VECST) (anteriore, posteriore Ventrikulozisternostomie), Eingriffe am Plexus choroideus oder Ventrikulozisternostomie (VECST) unter stereotaktischer Führung entwickelt.

Diese Methoden sind durch unterschiedliche Erfolgs- und Komplikationsraten charakterisiert. So beschreibt Scarff 1966 (103) bei der anterioren Ventrikulozisternostomie (VECST) eine Mortalität von 15% und 2% Reoperationsrate innerhalb einer 5 Jahresgrenze. Hirsch et al. (53) stellten bei der Durchführung offener Ventrikulostomien eine Mortalitätsrate von 1,3% und eine spätere Verschlussrate von 16,3% fest.

Wir vertreten die Ansicht, ebenso wie Kunz et al. (72), dass offene Ventrikulostomien heute obsolet sind. Ebenso schließen wir uns den Ansichten von Pittmann et al. (94) an, dass bei hohen Mortalitätsraten von 5-15% bei Manipulationen am Plexus choroideus diese Techniken heute keine Anwendung mehr finden sollten.

4.1.2 Shuntsysteme

Durch viele Revisionen treten hohe Morbiditätsraten auf, welche bei Patienten mit VA- bis 48 % und bei Patienten mit VP-Ableitungen bis 58 % betragen können, (42,44,53,59,67,77,91,101,102,117,137). Nach Gjerris et al. (39) besitzen nach 10 Jahren weniger als 50% der Patienten einen funktionierenden Shunt, die Komplikationsrate beträgt bis zu 45,3%.

Bei Nachuntersuchungen des Patientengutes der Neurochirurgischen Universitätsklinik der MLU Halle-Wittenberg im Zeitraum von 1981 bis 1990 zeigte sich, dass 41,7% der Patienten revidiert werden mussten. Bei 259 Shuntimplantationen waren 253 Revisionen nötig. Es trat eine Infektionsrate von 9,51% auf (116).

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Jones et al. (63). Sie fanden eine Infektionsrate von 2-30% mit einer Mortalitätsrate von 5-10%.

Weiterhin existieren oft andere Probleme wie: Verstopfung des Drainagesystems durch Eiweiß oder Blut, mechanische Obstruktionen in 25-40% der Fälle innerhalb von 2 Jahren und über 40% in den folgenden 5 Jahren (7,59,67,132), venöse Thrombosen, abdominale Pseudozysten (67), Darmperforationen, Hernienbildung, Peritonitis, Ascitis, Volvulus (67), Fehllagen der Katheterspitze, mechanische Probleme wie Technikfehlfunktionen, Fremdkörperreaktion (87), Überdrainage (höher als 50%), Unterdrainage (7,50,59), subdurale Hämatome (72) oder Hygrome bei zu rascher Ableitung (101). Bei 5% der shuntabhängigen Kinder kommt es zum Auftreten eines Schlitzventrikelsyndroms, das durch intermittierende Zeichen einer intrakraniellen Drucksteigerung bei computertomographisch nachgewiesenen schlitzförmigen Ventrikeln gekennzeichnet ist (7,106).

4.1.3 Stereotaktisch geführte Ventrikulozisternostomie (VECST)

Kunz et al. (72) sehen stereotaktisch geführte Ventrikulostomien wegen einer Morbiditätsrate von über 5% als überholt an. Auch Drake (30) beschreibt eine höhere Morbiditätsgefahr gegenüber endoskopischen Eingriffen. Das Problem sehen wir wie weitere Autoren (Rieger et al., Bauer, Hellwig, Jones et al. und Kunz et al. 7,60,72,101) in einem „blinden“ stereotaktischen Eingriff, da kein direkter Blick auf die Corpora mamillaria, die Arteria basilaris oder kleine perforierende Gefäße besteht. Dadurch existiert die potentielle Möglichkeit von Verletzungen dieser Strukturen und die Schwierigkeit in der exakten Platzierung der Stomie. Goodman (42) vertritt die Ansicht, dass die oft beschriebenen Komplikationen bei stereotaktischen Eingriffen nicht auftreten. Die Basilararterien lassen sich

sehr gut durch MRT-Schnitte in der koronaren und sagittalen Ebene darstellen.

Andere Autoren, wie Grunert et al. und Cohen et al. (17,45), bevorzugen die Kombination von endoskopischer und stereotaktischer Technik. Die Verbindung mit der Stereotaxie macht das Vorbringen und die Manipulationen mit den Instrumenten einfacher und beugt eventuellem Zug an oberflächlichen Hirnstrukturen und Verletzungen im Bereich des Fornix mit möglichen Gedächtnisstörungen vor.

In der aktuellen Literatur wird die Verwendung stereotaktischer Techniken meist nur noch in Verbindungen mit einem endoskopischen Eingriff empfohlen. Diese sollten dann zum Einsatz kommen, wenn durch einen langbestehenden Hydrozephalus die Landmarken nicht mehr klar zu differenzieren sind bzw. anderweitige schlechte visuelle oder anatomische Bedingungen vorliegen, so z.B. nach intrakraniellen Blutungen, Infektionen oder dem Zustand nach vorangegangener Radiotherapie (56,112).

4.1.4 Aquäduktplastie

Im Vergleich mit anderen modernen Verfahren der operativen Therapie von Aquäduktstenosen, wie z.B. der Aquäduktplastie, die ihre Indikation bei kurzen Stenosen oder dünnen Membranen über dem Eingang zum Aquädukt haben, halten Teo et al. (117,118) die EVECST für sicherer. Die Aquäduktplastien haben die höchste Rate signifikanter Komplikationen. Ebenso ziehen Kunz et al. (72) die EVECST der direkten Dilatation des Aquäduktes, bedingt durch potentiell niedrige Morbiditäts- und Mortalitätsraten, vor. Schroeder et al. und Yamamoto et al.(111,137) führten sogar die Aquäduktplastie gemeinsam mit einer EVECST durch. Wir sehen diese Methode gemeinsam mit Fries (34), bestimmt durch die beschriebenen Komplikationen, weniger indiziert als die EVECST an. Weiterhin besteht durch sie ein hohes Risiko von Verletzungen im Bereich des Mittelhirns und eine größere Wahrscheinlichkeit des Wiederverschlusses. Ebenso ist zu erwarten, dass durch die gleichzeitige Verwendung von zwei OP-Verfahren das OP-Risiko deutlich ansteigt.

4.2 Operative Techniken und Komplikationen bei der EVECST

4.2.1 Indikationen zur EVECST

Während der Entwicklung des Verfahrens der endoskopischen Ventrikulozisternostomie wurden durch viele Autoren unterschiedliche Indikationen für diese Technik angegeben. Diese sind bis heute noch nicht vereinheitlicht (7). Entsprechend ihrer Erfahrungen auf diesem Gebiet stellten sie analog zu ihren Ergebnissen Empfehlungen auf.

Korrespondierend mit den zusammengefassten Kriterien besteht eine Indikation zur EVECST bei ideopathischen oder erworbenen Stenosen des Aquädukts (durch Blutungen oder Infektionen), pinealen, mesenzephalen oder clivialen Tumoren mit Okklusion des Aquädukts (14,29,62,63,101,126).

Nach Drake und Cohen (21,29) haben Patienten mit erworbenen Aquäduktstenosen die besten Behandlungsergebnisse, insbesondere sind das dabei nach Yamamoto et al. (137) adulte oder adoleszente Patienten. Bei benignen Tumoren konnten Hopf et al. (56) 95% und bei malignen Tumoren 64% Behandlungserfolg vorweisen.

Decq et al. und Beems et al. (9,27) empfehlen die Verwendung der EVECST auch bei mehr distalen Obstruktionen, z.B. im Rahmen von A. Chiari I Malformationen oder Verschlüssen des Foramen Magendii durch virale oder tuberkulöse Meningitis, Meningoencephalitis, meningeale oder intraventrikuläre Blutungen oder traumatische Prozesse. Dem widersprechend empfiehlt Kelly (68) bei Dandy Walker und Arnold Chiari Malformationen den subarachnoidalen Raum und die Liquorabsorption in Frage zu stellen. Yamamoto et al. (137) beschreiben gute Ergebnisse bei Patienten mit vorbestehenden Ableitungen und erkennen darin eine alternative Prozedur bei multiplen Shuntproblemen. Hopf et al. (56) konnten bei 84% der Patienten, welche zuvor mit einem Shunt versorgt waren, einen OP-Erfolg aufweisen. Sie empfehlen aber, um einen Verschluss des Stomas zu vermeiden, den liegenden Shunt zu ligieren bzw. zu entfernen, da das Risiko des Verschlusses deutlich ansteigt, wenn nicht genügend Liquor durch die Öffnung fließen kann. In unserem Patientengut befanden sich 3 Patienten mit vorbestehendem ventrikuloperitonealem Shunt. 1 Patient konnte erfolgreich behandelt werden, bei

einem Patienten musste aus technischen Gründen abgebrochen werden, und 1 Patient war 0,5 Jahre alt. Bei ihm versagte die EVECST.

Oft werden Fehlschläge oder deutlich schlechtere Ergebnisse bei Kindern unter 0,5-2 Jahren nach EVECST angegeben. Manche Autoren raten, in der frühen Kindheit keine EVECST durchzuführen. Aus diesem Grund wird von ihnen diese Operationsmethode als Therapie der Wahl bei obstruktivem Hydrozephalus im Adulten- und Adoleszentenalter angesehen (17,60,61,64,67,72,102,105,137). Dem widersprechend dokumentieren andere Autoren wie Hoffman und Cinalli et al., gleich gute Ergebnisse bei Adulten, Adoleszenten sowie Kindern (14,54). So hat sich in der jüngsten Literatur die Ansicht über das Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation gewandelt. Nach Beems und Grotenhuis (9), welche 275 Eingriffe, davon 66 an Kindern unter 2 Jahren, analysiert haben, wird das Ergebnis des Eingriffs ausschließlich von der Ätiologie der Erkrankung und nicht, wie von anderen Autoren ausgesagt, vom Alter bestimmt. Gerade die jüngeren Patienten sollten nicht sofort bei anfänglichem Ausbleiben eines OP-Erfolgs mit einem Shunt versorgt werden, da gerade hier eine längere Adaptationsphase benötigt wird. In dieser Übergangszeit empfehlen sie, eine lumbale Liquorableitung durchzuführen.

Hopf et al. (56) vertreten die Ansicht, dass insbesondere Kinder von diesem Eingriff profitieren, da sie bei Erfolg ein Leben lang shuntfrei sind und dadurch viele Komplikationen und Shuntrevisionen nicht ertragen müssen. Allerdings glauben sie, dass die Erfolgsrate höher ist, wenn die Kinder zum OP-Zeitpunkt älter als 1 Jahr sind, da bei ihren Ergebnissen vermehrt Versager bei jüngeren Kindern auftraten. Ein Patient unserer Gruppe war zum Operationszeitpunkt 0,5 Jahre alt. Es lag ein posthämorrhagischer Hydrozephalus mit Aquäduktstenose nach einer Hirnblutung dritten Grades vor. Der Patient war ein Zwillingsfrühgeborenes der 29. Schwangerschaftswoche. Kurze Zeit postoperativ zeigte sich eine erneute Hirndrucksymptomatik, so dass ein VP-Shunt gelegt werden musste. Wir vermuten, dass durch die vorbestehende Hirnblutung der Subarachnoidalraum weitestgehend verklebt war und dadurch eine natürliche und ausreichende Resorption des Liquor behindert wurde. Weitere Säuglinge oder Kleinkinder wurden nicht in das Patientengut aufgenommen.

Auch Siomin et al. (114) erreichten bei Frühgeborenen mit intrakraniellen Blutungen, welche primär über eine EVECST versorgt wurden, keine

Erfolge. Sie empfehlen die Anlage eines Shunts und die Durchführung der EVECST in den nächsten Jahren, da sie mit dieser Vorgehensweise bisher 100% Erfolg aufzeigen konnten. Sie begründen es damit, dass man durch die Anlage des Shunts eine signifikante Reduktion des Liquordruckes erreichen kann und dies zu einer Öffnung des Subarachnoidalraumes im Bereich der Konvexität mit einer späteren Erhöhung des Liquorabsorptionspotenzials führt.

4.2.2 Kontraindikationen

Streitpunkt in der internationalen Literatur stellen postentzündliche Zustände dar. So liegt nach Jones und anderen (61,101,128) bei chronischen Meningitiden und subarachnoidalen Blutungen ein hoher Prozentsatz eines verschlossenen Subarachnoidalraumes vor und sollte wegen anzunehmender aresorptiver Komponente von der EVECST ausgeschlossen werden. Die entscheidende Frage ist in diesem Zusammenhang das Ausmaß der vorangegangenen Entzündung und die daraus zu erwartenden Verklebungen mit Resorptionsstörung.

Nach Fukuhara et al. (37) stellen intracerebrale Infektionen einen signifikanten Risikofaktor für Fehler dar, da sie meningeale Adhäsionen im Subarachnoidalraum hervorrufen, was dann zu einem kommunizierenden Hydrozephalus (KH) führen kann. Weiterhin vertreten sie die Ansicht, dass ein KH manchmal mit einem Okklusivhydrozephalus vergesellschaftet ist. Dieser kann sich sekundär durch Infektionen entwickeln. Dennoch sollte nach Butler und Capman (12) selbst bei solchen Patienten der Versuch einer EVECST unternommen werden, da diejenigen, welche trotzdem erfolgreich behandelt wurden, deutliche Vorteile (Ausbleiben von shuntbedingten Komplikationen) gegenüber der Gruppe von Patienten, welche einen Shunt erhielten, vorweisen können.

In einer großen multizentrischen Studie mit 1.294 Patienten von 2002 fanden Siomin et al. (114), dass alle Formen der Aquäduktstenosen eine Erfolgsrate bis 90% zeigen. Selbst Patienten mit obstruktivem Hydrozephalus und einer Vorgeschichte durch intrakranielle Blutungen oder Infektionen sind gute Kandidaten zur EVECST. 101 Patienten wiesen bei dieser retrospektiven Studie einen dieser beiden oder beide Zustände

auf. Die postinfektiöse Gruppe zeigte eine Erfolgsrate von 64,3% und die posthämorrhagische Gruppe eine Erfolgsrate von 60,9%. Das Alter spielte dabei keine Rolle. Nur bei Patienten, welche in der Anamnese Blutungen und Infektionen gleichzeitig aufwiesen, konnte ein relativ schlechter OP-Erfolg von nur 23,1% aufgezeigt werden. Sie vermuten, dass die relativ hohen Erfolgsquoten darauf beruhen, dass sich Verklebungen und Verdickungen im Subarachnoidalraum, welche durch Infektionen oder Blutungen hervorgerufen wurden, reversibel verhalten.

Neben Störungen des Subarachnoidalraumes und der Resorptionsleistung, welche das Ergebnis einer operativen Behandlung direkt beeinflussen würden (126,128), sind die anatomischen Verhältnisse zur OP-Durchführung sehr wichtig. So stellten zahlreiche Autoren (29,62,64,117,126) fest, dass eine schwierige Anatomie des III. Ventrikels wegen einer erschwerten Orientierungsmöglichkeit als Kontraindikation anzusehen ist. Diese beinhaltet eine Größe < 7 mm in der Breite (117), einen nicht transparenten oder dicken Boden (117,126) und eine weite Massa intermedia (62,117). Vorangegangene Radiotherapie (29,60,62,64,117,126) kann zu deutlichen Schwierigkeiten durch Entzündungen im Ventrikularsystem mit Verhärtungen und Verdickungen der Ventrikelwände führen. Blutungsdiathesen oder nicht erfolgte präoperative Korrektur von Gerinnungsstörungen (60,64,126) können ebenfalls als Kontraindikationen angesehen werden.

Früherer KH mit später erworbener Aquäduktstenose (z.B. Aquäduktstenose durch Kompression infolge des Hydrozephalus) bedeutet eine vorbestehende Resorptionsstörung und ist ebenfalls von der Indikation ausgeschlossen (17,61,128).

4.2.3 Komplikationen

Teo et al. (118) stellte bei 173 endoskopischen Prozeduren 7% bedeutende und 13% unbedeutende Komplikationen fest. Sie postulieren, dass endoskopische Eingriffe sicherer als offene oder perkutane Stomietechniken sind, aber in Bezug auf den operativen Eingriff mehr signifikante operative Komplikationen (7%) als Shunt-Operationen selber zeigen. Der Vorteil der EVECST liegt jedoch darin, dass sie bei Erfolg eine

einmalige Operation ist und spätere Komplikationen (wie bei Shuntsystemen) nicht auftreten. Die wichtigen Komplikationen waren: Durstverlust, Appetitanstieg, Diabetes insipidus, Auftreten eines Liquorlecks, Amenorrhoe, dyskonjugate Augenbewegungen, Herzstillstand und eine intraventrikuläre Blutung mit Hemiparese. Diabetes insipidus und Temperaturregulationsprobleme erklären Drake und Oka (29,87) durch eine Platzierung der Stomie abseits von der Mittellinie, welche Verletzungen des Hypothalamus bewirken können. Handler et al. (49) berichten ebenfalls über einen Fall von Herzstillstand. Bei der Technik können Bradykardien, sogar Herzstillstand bei der Durchführung der Perforation entstehen. Wood erkennt durch zu grobe Manipulationen eine mögliche Gefährdung des Hypothalamus und der Basilararterien (136), wohingegen Cohen (15,17) die Wahrscheinlichkeit derartiger Verletzung nicht sieht, da durch den Hydrozephalus die hypothalamischen Kerne zur Seite gedrängt werden und während der gesamten operativen Behandlung der Chirurg das OP-Feld einsieht. Probleme dieser Art können nach seiner Ansicht jedoch dann auftreten, wenn der III. Ventrikel klein und der Boden nicht durchscheinend ist.

Nach Sainte-Rose (102) bestehen insbesondere 2 Möglichkeiten von Komplikationen: 1. Perforation eines zu dicken Bodens des III. Ventrikels, was zu Blutungen und hypothalamischen Dysfunktionen führen kann, sowie 2. Verletzungen der Wand der Ventrikel, insbesondere des Randes des Foramen monroi mit möglichen Blutungen. Um solchen Problemen vorzubeugen, bevorzugen Grunert et al. (45) die Kombination von endoskopischer und stereotaktischer Technik. Sie vertreten die Ansicht, dass eine Ventrikulostomie unter Sicht in Kombination mit Stereotaxie das Vorbringen und die Manipulationen einfacher gestaltet und Zug an oberflächlichen Hirnstrukturen und Verletzungen im Bereich des Fornix mit möglichen Gedächtnisstörungen vorbeugt.

Bauer und Hellwig (6) haben bei mehr als 300 minimal-invasiven endoskopischen Eingriffen eine Mortalitätsrate von unter 1% und eine Morbiditätsrate von unter 2% festgestellt. Ähnliche Angaben werden auch durch Kunz et al. (72) mit einer Morbiditätsrate von 5% und weniger als 1% Mortalitätsrate gemacht. Die Ergebnisse unserer operativen Eingriffe können sich mit einer Erfolgsrate von 75% und einer Komplikationsrate von 4% mit den Angaben der Literatur vergleichen lassen. Die Mortalitätsrate lag bei unserem Patientengut bei 0%.

Bei unserem Patientengut kam es nur zu einer nennenswerten Komplikation. Bei der zuletzt erhobenen Patientin trat kurze Zeit postoperativ eine intraventrikuläre Blutung auf. Es musste eine Ventrikeldrainage gelegt werden. Die Komplikationsrate betrug damit 4% und ist im internationalen Vergleich gut einzuordnen.

Es zeigt sich aber in der jüngeren Literatur ein Rückgang möglicher Komplikationen. So beschreiben Schroeder et al. (112) bei 193 durchgeführten EVECST eine deutliche Reduktion der Komplikationsrate bei den letzten 100 Operationen, ohne Auftreten von Mortalitätsfällen, ohne permanente Morbidität, und eine deutliche Senkung temporärer Probleme (temporärer Diabetes insipidus, Liquorleck, temporäre Occulomotoriuslähmungen, Infektionen) von 7,8% auf 1%.

Entsprechend den Ansichten Cinalli et al. (14) glauben wir, dass sich die Methode der EVECST in den Händen eines erfahrenen Operators, entgegen den Ansichten von Kiefer et al. (70), als eine einfache, sichere Methode etabliert hat.

Zwar hat auch die Technik der EVECST wie die meisten Operationsverfahren mögliche Risiken, welche es zu beachten gilt. Dennoch überwiegt der Vorteil, shuntfrei zu sein, deutlich gegenüber dem operativen Risiko. Auch gilt es, die durch einen endoskopischen Eingriff behandelten Patienten ebenso wie die mit Shunt versorgten einer näheren Überwachung zuzuführen, um möglichen Problemen, welche als Verursacher für einen „Late-sudden-death“ (wie von Kiefer et al. (70) beschrieben) durch frei flottierende und plötzlich verschließende arachnoidale Membranen entgegenzuwirken. Hader et al. (48) beschreiben 3 plötzliche Todesfälle (3,5 Jahre, 2 Jahre und 8 Monate postoperativ) durch eine akute Erhöhung des intrakraniellen Druckes, was die Vermutung von Kiefer et al. über frei flottierende Membranen bestätigen würde. Um diesen dramatischen Komplikationen entgegen wirken zu können, ist die Verwendung eines kürzlich durch Aquilina (1) beschriebenen subgaleal gelegenen Bohrlochreservoirs sehr nützlich.

Auch in unserer Klinik findet diese Methode seit jüngerer Zeit Anwendung.

4.2.4 Operative Techniken der EVECST

In der Entwicklungsphase der EVECST kristallisierten sich verschiedene Vorgehensweisen heraus, nach denen manche Operateure scharfe oder stumpfe Instrumente bzw. einen Laser zur Ausführung der Stomie verwenden. Nach Bauer et al. (7) sollten aber „stumpfe“ Perforationen vermieden werden, da auch nach Decq et al. (25) postoperative Defizite des Gedächtnisses durch intraoperative exzessive Manipulation und Druck hervorgerufen werden können. Drake (29) vertritt hingegen die Ansicht, dass der Operateur die Stomie mit der Zange oder mit dem Endoskop selbst machen sollte, da das aus seiner Sicht sicherer ist als die Verwendung eines Lasers oder elektrischer Instrumente.

Decq et al. (26) meiden scharfe Perforationen wegen möglicher Verletzungen des Basilariskopfes und sehen aber ebenso wie Hopf et al. (56) bei der Verwendung des Endoskopes als Perforator ein erhöhtes Risiko durch einen fehlenden Überblick im Moment der Eröffnung. Sie empfehlen eine durch sie entwickelte Zange, um diesen Vorgang durchzuführen.

Die in der Einleitung beschriebene Verwendung verschiedener Laser wird ebenfalls durch zahlreiche Autoren (20,26,78), bedingt durch damit verbundene Komplikationen in Folge von Gefäßverletzungen, nicht mehr angeraten. Ebenso ist die Durchführung von Koagulationen als Perforationsmedium umstritten. Schroeder et al. (112) verwenden einen Koagulationsdraht ohne Energiezufuhr, auf welche sie nur bei sehr hartem oder dickem Boden des III. Ventrikel zugreifen.

Nach Decq. et al. (26), Hopf et al. (56) und Cohen (20) führen Koagulationen in diesem Gebiet mit der damit verbundenen Temperaturerhöhung zu thermischen Schäden in der hypothalamischen Region, was sich durch postoperatives Fieber darstellen kann.

Diesem Standpunkt können wir uns nicht anschließen, da wir Probleme dieser Art bisher nicht feststellten. Wir vertreten die Ansicht, dass durch die Koagulationen der gliösen Schicht und der Arachnoidea bei der Eröffnung des Bodens des III. Ventrikels einem spontanen Verschluss entgegengewirkt wird und durch diese Methode der Vorteil besteht, keine großen Gefäße zu verletzen. Weiterhin ist diese Methode hilfreich, um

gleichzeitig Blutungen direkt zu stillen und lässt die oben beschriebenen Risiken durch scharfe oder stumpfe Eröffnungen nicht auftreten.

Nach Kelly (69) ist es egal, womit der Boden des III. Ventrikels eröffnet wird. Entscheidend ist, dass eine adäquate Öffnung entsteht und somit ein guter Fluss durch die Stomie gewährleistet wird. Manche Autoren (90) legen Stents in die Ventrikulostomie ein. Wir glauben ebenso wie Kelly (67), dass der kontinuierliche Fluss durch die Stomie diese offen halten sollte und ein Stent eher als unnötiger Fremdkörper zu sehen ist, bei welchem weiterhin die Gefahr der Dislokation besteht.

Drake und Rieger et al. (29,101) halten eine ultraschallgeführte EVECST für sicherer, insbesondere beim Vorliegen extraventrikulärer Erkrankungen oder schmalen Ventrikeln. Weiterhin dient das in der Einleitung beschriebene Verfahren dazu, die Foramen monroi Linie exakt aufzufinden und dadurch unnötige Verletzungen am Hirnparenchym durch zu starke Manipulationen zu vermeiden. Schmidt (108) empfiehlt die Verwendung einer mikrovaskulären 16 MHz Pulswellen Dopplersonde zur Lokalisierung des Basilariskopfes, was insbesondere bei atypischem Verlauf der Gefäße zur Vermeidung möglicher Verletzungen beitragen soll.

Manche Autoren empfehlen das abschließende Legen einer Ventrikulardrainage. So sehen z.B. Hopf et al. (56) und Schwartz (113) darin Vorteile bei Patienten, welche lange Zeit über einen Shunt behandelt wurden. Sie verwenden für 36-48 Stunden eine Ventrikulardrainage, da aus ihrer Sicht bei diesen Patienten eine Adaptationsperiode mit zwischenzeitlich erhöhtem intrakraniellen Druck besteht.

Nach Aquilina (1) sollte keine postoperative Ventrikeldrainage Anwendung finden, da dadurch das Risiko eines Verschlusses der Stomie hervorgerufen wird. Sie empfehlen ihr subgaleales Bohrlochreservoirs, um damit signifikanten, im Zeitpunkt nicht vorhersehbaren Komplikationen entgegenwirken zu können. Das Auftreten solcher Probleme lag nach deren Untersuchungen zwischen 2 Tagen und 20 Monaten und ist gekennzeichnet durch vage Symptome eines rückkehrenden Hydrozephalus ohne eindeutige Zeichen eines Flusses durch die Stomie, Blockade des Stomas mit klinischer Unauffälligkeit sowie deutlichen Fluss durch das Stoma bei dennoch rückkehrender Symptomatik. Aus ihrer Sicht ist die beste Methode, den Erfolg des Eingriffes durch Messungen des ICP zu beurteilen. Dafür ist das subgaleale Bohrlochreservoir hervorragend geeignet. Weiterhin wird dadurch die Möglichkeit geschaffen, bei

plötzlicher Liquorüberdrucksymptomatik Entlastungen durchzuführen sowie Liquoranalysen und Medikamentenapplikationen vorzunehmen. Des Weiteren soll durch den Einsatz dieses Bohrlochreservoirs die Entwicklung subgalealer Liquorfisteln reduziert werden. Kritisch muss man an dieser Stelle jedoch anmerken, dass man sich diese beschriebenen Vorteile beim Einsatz eines Bohrlochreservoirs durch die Verwendung körperfremder Materialien erschafft. Gerade der Vorteil der EVECST, potentielle Infektionsherde durch das Ausbleiben heterologer Materialien zu vermeiden, geht dadurch verloren.

4.2.5 Beurteilung des operativen Erfolges nach EVECST

Zur Beurteilung des operativen Erfolges nach EVECST können klinische und radiologische Parameter herangezogen werden. Leider existiert in der bisherigen Literatur kein einheitlicher Bewertungsmaßstab, so dass viele Autoren ausgehend von unterschiedlichen Betrachtungsweisen den Erfolg ihrer Eingriffe messen.

Jones et al., Aquilina, Kiefer et al. und Fukuhara et al. (1,37,64,70) messen ihn vorrangig an klinischen Zeichen eines normalen intrakraniellen Druckes. Die radiologischen Aspekte werden nur als orientierende Parameter gewertet. Nach Scarrow et al., Wellons et al., Siomin et al. und Drake (29,105,114, 131) liegt ein Erfolg vor, wenn sich die präoperativen Symptome zurückbilden und kein Shunt benötigt wird.

Cinalli et al. (14) geben an, dass ein Behandlungserfolg besteht, wenn im CT keine Zeichen transependymaler Resorptionen mehr vorliegen und der Subarachnoidalraum über der Konvexität deutlich sichtbar wird. Im MRT muss sich das offene Stoma darstellen lassen und im dynamischen MRT sollte ein systolischer/diastolischer Fluss vorliegen. Die klinischen Zeichen einer intrakraniellen Hypertension müssen sich komplett zurückentwickelt haben. Bei Abwesenheit eines dieser Zeichen wird durch sie die Prozedur als Fehler gewertet und eine erneute EVECST durchgeführt. So konnten sie bei 213 behandelten Patienten innerhalb einer durchschnittlichen Betrachtungszeit von 6 Jahren einen 72%igen Erfolg aufweisen.

Auch hier vertreten wir die Ansicht, dass ein einheitliches Beurteilungsschema des OP-Erfolges entwickelt werden sollte. So sehen wir den Vorschlag von Cinalli et al. (14) als sehr brauchbar und praxisorientiert an. Die Beurteilung unseres Behandlungserfolges maßen wir an den gleichen Parametern und konnten feststellen, dass die präoperativ vorhandenen klinischen Zeichen sowie die radiologischen Zeichen einer intrakraniellen Hypertension postoperativ komplett aufgehoben waren bzw. sich deutlich verbessert hatten. Basierend auf dieser Beurteilung, werteten wir 75% unserer Patienten als erfolgreich behandelt. Es konnte bei allen Patienten postoperativ ein Fluss im Bereich der Ventrikulostomie nachgewiesen werden. Von operativ-technischer Seite ist jeder Eingriff als erfolgreich anzusehen.

Allerdings betonen Tisell et al. (121) und Fukuhara et al. (37), dass oft beschriebene zu gute OP-Erfolge, von zu kurzen Beobachtungszeiträumen herrühren, da dabei mögliche Spätversager außer Acht gelassen wurden.

Mögliche Versager der EVECST bei primärer Stenose mit nötiger nachfolgender Shuntplatzierung werden von Oka et al. (87) durch einen vermutlich geschlossenen Subarachnoidalraum oder eine gestörte Reabsorption erklärt. Bei unserem Patientengut kam es in 5 Fällen zu einem Ausbleiben des operativen Erfolges. In allen Fällen konnte postoperativ ein Fluss durch die Ventrikulostomie beschrieben werden. Als Ursache sehen wir eine zusätzliche aresorptive Komponente bei einer relativen Verengung des Aquädukts, was eine Aufweitung des Ventrikelsystems vor dem Aquädukt zur Folge haben kann. Präoperativ imponiert eine Aquäduktstenose als Ursache des Hydrozephalus. Es kam durch die intraoperative Entlastung zu einer deutlichen subjektiven Besserung, die sich nach Einteilung des Verhältnisses Liquorproduktion/-reabsorption wieder verschlechterte. Die Implantation einer Ableitung ist anschließend unumgänglich.

Kelly (68) postuliert, dass dann mit einem Erfolg der EVECST zu rechnen ist, wenn ein konstanter Fluss durch die Stomie erfolgt, um diese offen zu halten, und die basale Zisterne, der periphere Subarachnoidalraum und die peripheren Liquorabsorptionsmechanismen vorhanden und intakt sind, sonst transformiert der Eingriff einen obstruktiven in einen kommunizierenden Hydrozephalus. Er sieht die mögliche Ursache von Verschlüssen der Stomie in einer erhöhten Proteinkonzentration, welche

bei Vorliegen von Tumoren oder eintretenden Infektionen vorkommen kann. Hohe Proteinkonzentrationen können den peripheren Liquorabsorptionsmechanismus erheblich stören.

Auch Fukuhara et al. (37) beobachteten durch postoperative Infektionen hohe Verschlussraten der Stomata am Boden des III. Ventrikels. Diese sind bedingt durch meningeale Fibrosen sowie Verklebungen des Subarachnoidalraumes und senkten damit die operative Erfolgsrate auf 11.1%. Aus diesem Grund empfehlen beide Autoren immer die Entfernung eventuell vorliegender Shuntkomponenten, um Infektionen vorzubeugen. Cinalli et al. (14) beschreiben 2 Formen von möglichen Ursachen im ausbleibenden OP-Erfolg. Als erstes beurteilen sie frühe Versager, welche bis 1 Monat postoperativ auftreten können. Diese haben eine multifaktorielle Ätiologie. Neben der obstruktiven Seite liegt eine zusätzliche Behinderung der Zirkulation auf der Ebene des Subarachnoidalraumes vor. Als Ursache für späte Versager sehen sie wie auch andere Autoren (68,70) einen Verschluss des Stomas durch gliotisches Gewebe und arachnoidale Membranen.

Entsprechend den Ansichten von Levy (76) und Kulkarni (71) vertreten wir die Meinung, dass unter Durchführung von kooperativen prospektiven multizentrischen Studien Standards etabliert werden sollten, die die Auswahl der geeignetsten Patienten erleichtern. Dabei ist es nach Bauer (5) nötig, ein besseres Verständnis der intraventrikulären transependymalen und arachnoidalen Liquorabsorptionsmechanismen zu entwickeln, um klarere präoperative Kriterien zur Selektion der Patienten aufzeigen zu können.

4.3 Beurteilung der Aussagefähigkeit radiologischer Untersuchungsmethoden nach EVECST

Über das Ausmaß der Rückbildung des überdehnten Ventrikularsystems bestehen in der Literatur sehr divergente Ansichten.

Zahlreiche Autoren (18,45,53,56,67,72,113,121) stellen eine Verkleinerung des Ventrikularsystems fest und messen das als radiologischen Erfolg des Eingriffs.

Sehr detaillierte Angaben wurden durch Oka et al. (85,87) aufgezeigt. Sie beschreiben postoperativ einen Rückgang der Symptome und Beschwerden, Verringerung der Ausdehnung des Ventrikularsystems und eine Wiedereröffnung der kortikalen Sulci und Zisternen. Obgleich die lateralen Ventrikel nicht immer zu ihrer normalen Größe zurückkehren, normalisieren sich die durch den Hydrozephalus beeinflussten Zerebralfunktionen. In Nachuntersuchungen ihrer Patienten nach EVECST stellten sie fest, dass sich die Indizes des III. Ventrikels innerhalb eines Jahres normalisieren. Die Breite des III. Ventrikels bildet sich am schnellsten von allen Indizes zurück und stagniert nach 3 Monaten. Die lateralen Ventrikel bilden sich langsamer zurück und das gesamte Ventrikularsystem ändert sich nach 2 Jahren nicht mehr. Der Ventricular Score (VS) drückt dabei stetig die Rückbildung innerhalb von 2 Jahren aus.

Häufig wird aber der übergeordnete Wert der klinischen Symptome betont, da das Ventrikularsystem auch bei einer deutlichen subjektiven Besserung unverändert bleiben kann (56,67).

Yamamoto (137) verifizierte sogar nach einem Jahr eine komplette Normalisierung des Ventrikularvolumens bei seinen Patienten, wohingegen Fukuhara et al. (37) und Levy (76) keinen Zusammenhang zwischen Ventrikulargrößen und OP-Erfolg feststellten. Sie vertreten die Ansicht, dass nicht die Beurteilung der Ventrikel, sondern die Klinik des Patienten ausschlaggebend für den Erfolg ist. Kiefer et al. (70) behaupten sogar, dass die radiologischen Parameter lediglich nur als Orientierungspunkte gewertet werden sollen.

Genau wie Drake (29) stellten Sainte-Rose et al. (102) bei Untersuchungen ihres Patientengutes fest, dass sich die Ventrikel trotz Besserung der klinischen Symptomatik nicht bis auf Normalwerte zurückbilden, sondern nach EVECST erweitert bleiben. Sie fanden keinen Unterschied der Rückbildung des Ventrikularsystems im Vergleich zwischen Patienten mit Ventrikulozisternostomie oder Liquor-Shunt, obgleich die Ventrikulostomiegruppe weitere Ventrikel hatte. Das war insbesondere bei älteren Patienten der Fall und ist durch die Ansichten von Weinmann (130) zu erklären, dass sich im Alter das Ventrikelsystem unter einem natürlichen Abbau der Hirnsubstanz erweitert und damit keine vollständige Rückbildung auf Normalwerte zu erwarten ist.

In der Aufarbeitung unseres Patientengutes konnte eine Rückbildung der Ventrikelmaße nachgewiesen werden. Die deutlichsten Veränderungen zeigten sich, entgegen den Ansichten von Grunert et al. (45), beim Cella-media-Index (CMI) mit 24,4% und der Breite des III.Ventrikel (BV) mit 21,6%. Nur sehr geringe Änderungen konnten beim Frontalhirn-Index (FHI) festgestellt werden. Von Interesse war eine Untersuchung auf mögliche Unterschiede in Bezug auf die Dauer der Anamnese. Nach Hopf et al. (56) ändern sich die Ventrikularweiten bei chronischem Hydrozephalus nach EVECST nicht wesentlich. Bei unseren Untersuchungen zeigte sich, dass keine Unterschiede zwischen den Gruppen α und β in den prä- und postoperativen Werten der Ventrikelparameter vorlagen. Es konnten aber signifikante Unterschiede in der Rückbildung der Ventrikel zwischen den Gruppen gemacht werden. Die Breite des III. Ventrikels (BV), die Huckmann-Zahl (HZ) und der Evans-Index (EI) ergaben bei der Gruppe der akuten Hydrozephalie eine signifikant schnellere Rückbildung als in der Gruppe der chronischen Hydrozephaluspatienten. Schwartz et al. (113) stellten die These auf, dass das Ausmaß der Veränderung und der zeitliche Ablauf entgegengesetzt mit der Chronizität der Erkrankung korreliert, was sich durch unsere Untersuchungen bestätigen lässt.

Die in unseren Analysen als signifikant hervorzuhebenden postoperativen Veränderungen der akuten Gruppe (α) im Vergleich mit der chronischen Gruppe (β) erklären wir uns in Anlehnung an Schroeder et al. (111) und Kiefer et al. (70) möglicherweise durch folgende Prinzipien: Infolge der Einwirkung des Hydrozephalus mit intrakranieller Druckerhöhung kommt es nach Aufbrauchen der Reservekapazitäten des Hirns zu einer Verschmälerung des Kortex und Verlust von weißer Substanz. Volumenvermehrungen des Ventrikularsystems gehen dabei auf Kosten der Hirnsubstanz. Diese sind altersabhängig sowie abhängig vom zeitlichen Bestehen des Hydrozephalus, da der Volumeneffekt durch Restitution der normalen Weite des Interzellularraumes sehr begrenzt ist. Wenn klinische Symptome über Jahre missgedeutet werden und durch ausbleibende Therapie Hirnsubstanz unwiderruflich verloren geht, kann dies auch später nicht mehr durch eine suffiziente Therapie ausgeglichen werden. Eine dauernde Druckerhöhung bewirkt weiterhin eine zunehmende Rigidität durch eine reaktive Gliose des Ventrikelependyms, die nach Entlastung einer Rückbildung der Ventrikel entgegensteht. Mit steigendem Alter kommt es zu einer natürlichen Erweiterung des Ventrikularsystems,

Normalisierungen sind dann nicht zu erwarten.

Sehr detaillierte Untersuchungen führten Schwartz et al. (113) durch. Sie fanden ähnlich wie auch Preul et al. (96), dass innerhalb einer Woche mit wenig Rückgang zu rechnen ist, da der ICP noch relativ hoch war. Innerhalb der nächsten 3 Wochen konnte aber eine Rückbildung von durchschnittlich 30% (5-80%) verzeichnet werden. Zu diesen Erkenntnissen gelangten sie durch volumetrische Messungen des Ventrikularsystems, indem die cCT eingescannt und über die CT-Schnitte das Volumen per PC errechnet wurde. Diese Berechnung basiert auf Cavalieris Prinzip, dass das Volumen eines jeden Objektes durch 2 parallele Schnitte und deren bekannte Distanz zueinander berechnet werden kann. Dabei gelangten sie zu der Aussage, dass die Messungen des III. Ventrikels (da er nur wenig Volumen aufweist) nicht so genau sind wie die Messungen der lateralen Ventrikel bzw. des gesamten Ventrikularsystems. Insbesondere bei geringen Änderungen können dabei Fehler auftreten. Bei unseren Untersuchungen zeigte sich allerdings, dass gerade die Breite des III. Ventrikels einer der sensibelsten Parameter mit den deutlichsten postoperativen Änderungen ist. Wir können uns aber der Meinung anschließen, dass die deutlichsten Änderungen bei der ventrikulären Rückbildung innerhalb der ersten Wochen auftreten. Bei unseren Messungen unterschieden sich die Indizes (bis auf den FHI) zwischen den Zeitabschnitten A-B signifikant voneinander.

Unterschiede in der Rückbildung des Ventrikularsystems scheinen auch im Vergleich zwischen Kindern und Erwachsenen zu bestehen. Bei Kindern lag eine schnellere und fast vollständige Normalisierung der ventrikulären Ausdehnung vor. Ähnliche Ergebnisse fanden Schroeder et al. (111). Sie stellten einen Hauptrückgang der Ventrikelweiten bei jüngeren Patienten mit akuter Symptomatik fest.

Neben einer Rückbildung der inneren Liquorräume kommt es bei einer Entlastung des Hydrozephalus auch zu einer Erweiterung der äußeren Liquorräume (29). Diese sind in der Phase des erhöhten Schädelinnendruckes, im Rahmen der kompensatorischen Möglichkeiten des Zerebrums, verschmälert bzw. vollständig verstrichen. Nach Rückgang des erhöhten ICP bilden sich diese äußeren Liquorräume wieder aus und können ebenso als Maß des Therapieerfolges oder Ausdruck der Entlastung angesehen werden. Zu den gleichen Ergebnissen kamen wir bei der Auswertung der cCT und MRT unserer Patienten. Bei einigen

Patienten trat eine Erweiterung der äußeren Liquorräume über die Normalwerte (siehe Tabelle 1) hinaus auf. Das verdeutlicht, dass es bei einer Rückbildung des Intraventrikularraumes zu einer Kompensation des durch den Hydrozephalus bedingten Hirnabbaus durch eine zunehmende Erweiterung des extraventrikulären Liquorraumes kommt. Die Messergebnisse (FS, FIHS, Fr) schwankten allerdings sehr stark, und es ergaben sich für die entsprechenden Patienten nicht zu allen Messzeitpunkten verwendbare Ergebnisse. Dadurch stand kein ausreichendes Datenmaterial für statistisch exakte Berechnungen oder Vergleiche zur Verfügung.

4.4 Aussage neuropsychologischer Analysen nach EVECST

Weinmann (130) hat in neuropsychologischen Untersuchungen nachgewiesen, dass eine Erweiterung des Ventrikelsystems eine Beeinträchtigung der psychischen Funktionen bewirkt. Er fand hohe korrelative Beziehungen zwischen den Ergebnissen der psychologischen Untersuchung und dem morphologischen Befund. Seinen Angaben zufolge erlaubt die Kenntnis der Breite der Hirnkammern eine Aussage über das Ausmaß des Leistungsdefizits. Von anderen Autoren (57) wird in diesem Zusammenhang über eine deutliche Besserung neuropsychologischer Parameter bei nur geringfügigem Rückgang des Hydrozephalus berichtet. Zahlreiche Autoren beschreiben einen niedrigeren IQ in der Gruppe der Hydrozephaluspatienten (11,32,33,35,36,107,130). Nach Wills (133) liegt der IQ bei behandelten Hydrozephaluspatienten ca. 10-20 Punkte unter dem gesunder Probanden und bei nichtbehandeltem Hydrozephalus ca. 10 IQ-Punkte unter dem der Behandelten. Die Ursache liegt in den Behandlungskomplikationen.

Postoperative Besserungen der neuropsychologischen Leistungen, insbesondere des IQ, analog zu den CT- und EEG-Untersuchungen, werden beschrieben (122). Ogden (83) schildert Untersuchungen von Wood und Jeffries (1978), bei denen IQ und Gedächtnis vor und nach Shuntimplantation bei 17 Patienten getestet wurden. In Gedächtnistests zeigten 6 Patienten eine Verbesserung ihres IQ, 3 Patienten keinen Wechsel und 8 eine Verschlechterung.

Die Untersuchungen von Hirsch et al. (53) zeigten, dass die beste Methode, um das postoperative Ergebnis eines Eingriffes abschätzen zu können, die Beurteilung des IQ ist. Dabei wiesen 58% ihrer Patienten einen postoperativen IQ über 80 auf. Entsprechend der Ätiologie zeigte sich ein mittlerer postoperativer IQ bei Aquäduktstenosen von 76, bei postentzündlichem kommunizierendem Hydrozephalus von 73 und bei kommunizierendem Hydrozephalus unbekannter Ursache von 68. Bedeutungsvoll sehen wir dabei den Unterschied ihrer Ergebnisse bei Betrachtung der Behandlungsmethode. So zeigte sich der mittlere IQ bei Aquäduktstenosen, welche über eine Ventrikulostomie versorgt wurden, bei 87, der bei über einen Shunt versorgten Aquäduktstenosen lediglich bei 67. Bei Kindern stellten sie keinen Unterschied fest, wobei der mittlere IQ 64 betrug. Hemmer und Weißenfels (52) fanden bei Nachuntersuchungen von Kindern mit NKH einen IQ von 79 ± 28 .

Bei der Untersuchung unseres Patientengutes stellten wir einen mittleren IQ von 101 fest. Das beste Ergebnis zeigten unsere Kinder mit einem mittleren IQ von 107. Damit befinden sich unsere Patienten im Normbereich. Wir erklären dieses gute Ergebnis durch die kurze Anamnese der Erkrankung und den frühzeitigen Eingriff. Dadurch konnten Langzeitfolgen weitestgehend verhindert werden. Entsprechend den Ansichten von Baron und Goldberger sowie Wills (4,133), denen wir uns anschließen können, entstehen neuropsychologische Defizite durch die zahlreichen Komplikationen anderweitiger Therapieformen, wie Shuntableitungen, sowie unter langem Fortbestehen des Hydrozephalus. Wir untersuchten aus diesem Grund unser Patientengut auf mögliche Unterschiede des IQ im Hinblick auf die Dauer der Anamnese. Es stellt sich jedoch mit $p=0,572$ kein signifikanter Unterschied dar.

Zahlreiche Untersucher registrierten, dass die nichtverbale Intelligenz geringer als die verbale Intelligenz sei. Die Mehrzahl fand größere Defizite in den räumlichen (Wiederholen von Zeichnungen oder geometrischen Figuren) als in den verbalen Fragen. Es zeigt sich ein höherer (verbaler) VIQ als ein (perzeptualer-wahrnehmungs) PIQ. Das heißt aber nicht, dass die verbalen Fähigkeiten gleich denen bei gesunden Probanden sind (11,28,33).

Wir überprüften die verbale Intelligenz mit dem MWT-A (Mehrfachwahl-Wortschatztest). Der mittlere IQ beträgt 101. Aufgrund theoretischer Erwägungen besitzt er eine umstrittene Validität, da aber nach Wolfram et

al. (134) hohe korrelative Zusammenhänge mit anderen Intelligenztests bestehen, ist er zur Grobklassifikation des allgemeinen Intelligenzniveaus geeignet. Die nichtverbale Intelligenz kontrollierten wir mit dem Untertest 3 des Leistungsprüfsystems nach Horn. Der mittlere IQ beträgt 98. Nach Sturm et al. (115) zeigt der Untertest 3 des LPS, entgegen den Ansichten von Wolfram et al. (134), deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede. Diese werden durch geringere Hemisphärenspezialisierung sprachlicher Funktionen, verbunden mit geringeren Leistungen bei räumlichen Aufgaben, erklärt. Durch Wolfram et al. (134) wird die gleichzeitige Verwendung des verbalen Intelligenztests MWT-A in Verbindung mit dem LPS-Untertest 3 empfohlen, da bedingt durch zerebrale Erkrankungen die nichtverbalen Intelligenzanteile öfters gestört sind.

Zur Abschätzung der Intelligenz der Kinder kam der Raven-Matrizen-Test zur Anwendung. Das arithmetische Mittel betrug 107.

Die Prozentrang- und IQ-Tabellen bei den jüngsten und ältesten Altersgruppen sowie bei sehr leistungsstarken Probanden sollten dabei nur unter Vorbehalt verwendet werden (109), was bei unseren Patienten aber keine Schwierigkeiten zeigte.

Es konnten bei den Untersuchungen unserer Patienten, entgegen den Ansichten zahlreicher Autoren, keine signifikanten Unterschiede zwischen der verbalen und nichtverbalen Intelligenz festgestellt werden. Innerhalb der durch uns vorgegebenen Gruppen akut (α) und chronisch (β) bestanden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Der Untertest 3 des LPS zeigt dabei aber bei der Gesamtzahl der Patienten und bei der Unterscheidung α/β eine viel höhere Schwankungsbreite im Bereich des Hälftespielraums der Boxplots.

Fletcher et al. (32) betonen, dass Hydrozephaluskinder Probleme bei Gedächtnis, Aufmerksamkeit und Problemlösungsaufgaben zeigen. Diese Probleme entstehen durch Beeinflussung der motorischen Geschwindigkeit und der Informationsübertragung über das Corpus callosum und nicht durch spezifische Effekte des Hydrozephalus.

Nach Ogden (83) können bei bilateralem Hydrozephalus sowohl verbale als auch visuospatiale Gedächtnisstörungen als Ergebnis einer beidseitigen Dysfunktion von einer oder mehreren für das Gedächtnis notwendigen Strukturen resultieren. Besteht eine akute Form des Hydrozephalus mit Gedächtnisstörung, ist eine Besserung möglich. Das ist bei der chronischen Form durch Strukturwechsel und irreversible Schäden

eher unwahrscheinlich. Bei der akuten Form besteht die Störung denkbar durch den Druck selbst und eine Reduktion des Blutflusses. Verbesserung tritt dann nach Lösung des Druckes und Normalisierung des Blutflusses auf. Im Ergebnis des durch uns durchgeführten konzentrativen Lerntests d2 nach Brickenkamp, in der Testanleitung und Testauswertung nach Wolfram, fanden wir einen mittleren Δ GZ-F von 3,7. Der mittlere Δ F% betrug 5,4. Damit zeigt sich der Δ GZ-F-Wert im unteren Normbereich und der Δ F%-Wert im guten mittleren Normbereich. Signifikante Unterschiede bestanden mit $p=0,021$ für den Δ F%-Wert. Das bedeutet, dass die Gruppe mit akutem Hydrozephalus (α) bessere konzentrierte Lernergebnisse unter qualitativem Gesichtspunkt zeigte als die Gruppe mit chronischem Hydrozephalus (β). In diesem Zusammenhang scheint eine Beziehung zwischen der Dauer der Anamnese und den Ergebnissen in neuropsychologischen Tests zu bestehen. Es zeigt sich auch eine deutliche Korrelation des Δ F%-Werts zur HZ und zu dem FHI. Beide Indizes änderten sich nur geringfügig, wobei die HZ signifikante Unterschiede im Rückbildungsverhalten zwischen den Gruppen α und β aufwies.

Merkfähigkeits- und Konzentrationsstörungen werden bei klinischen Untersuchungen Hirngeschädigter am häufigsten beklagt. Die Ursache ist oft eine allgemeine Beeinträchtigung der intellektuellen Funktionen, wie Aufmerksamkeit, Auffassungsgeschwindigkeit und Vermögen zur Informationsverarbeitung (95). Zur normgerechten Lösung der Aufgaben des Diagnosticums für Cerebralschädigung ist eine Intaktheit der selektiven Aufmerksamkeit, eines guten figuralen Gedächtnisses, Reproduktionsfähigkeit und die Merkfähigkeit für Reihenfolgen Voraussetzung. Der Test liefert ohne Betrachtung der Art der zerebralen Erkrankung reliable und valide Hinweise für das Vorhandensein organisch bedingter Hirnfunktionsstörungen (134). Rainov (99) sieht in der Störung der Komponente Lernfähigkeit (Lf) eine Beeinträchtigung des Langzeitgedächtnisses und in der Störung der Variable Merkfähigkeit (Mf) eine Beeinträchtigung des Kurzzeitgedächtnisses. Nach Pittasch und Dietrich (93) bewirkt ein zunehmender Hydrozephalus negative Veränderungen der Merkfähigkeit und Lernfähigkeit im DCS. Sie sehen das Frontalhirn als wichtigen Punkt für die visuelle und auditive Merkfähigkeit und damit für die Lösung der Aufgaben des DCS.

In den Ergebnissen des DCS zeigten unsere Patienten die schlechtesten Resultate. Die Merkfähigkeit lag mit 2,94 knapp und die Lernfähigkeit mit 2,1 deutlich unter dem Normbereich. Der Frontalhornindex hat sich nur sehr wenig zurückgebildet. In Anlehnung an die Aussagen von Pittasch, Dietrich und Weinmann (93,130) würde das die schlechten Ergebnisse erklären helfen. Im Vergleich der Gruppen akut und chronisch bestehen mäßige, aber mit $p=0,11$ keine signifikanten Unterschiede im Bereich der Lernfähigkeit. Diese schlechten Ergebnisse sind in eine enge Beziehung zu den Auswertungen des Frontalhornindex zu setzen. Der FHI hat sich bei unserem Patientengut nur sehr gering und ohne signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppen zurückentwickelt. Es scheint eine deutliche Beziehung zwischen den Ergebnissen der psychologischen Untersuchung und dem morphologischen Befund zu geben.

Einschränkungen zeigt der Test im Bereich des höheren Alters, da die Quote von Fehlklassifikationen über 70 Jahre deutlich ansteigt (129). In unserem Patientengut befand sich 1 Proband, welcher mit einem Alter von 71 Jahren etwas über der Altersnorm lag. Problematisch zeigte sich auch die Abstimmung der erhobenen Kinderwerte, da in der Testvariante nach Wolfram für diese Altersgruppe keine ausreichende Normierung bestand. Ziel unserer Untersuchungen war, möglichst einheitliche Tests für die gesamte Patientengruppe zu verwenden, um direkte Vergleiche herstellen zu können. Aus diesem Grund wurden die Kinder an der nächstgelegenen Altersgruppe normiert. Es ist also davon auszugehen, dass diese 4 Probanden bessere Leistungen zeigen als erhoben wurden. Ihre Ergebnisse lagen dabei gut im mittleren Bereich dieser Altersgruppe und sogar im oberen Bereich unseres Patientenkollektivs, was die Ergebnisse der Gesamtpopulation nicht negativ verfälschen dürfte.

Die Interferenz wurde durch uns mit dem Farbe-Wort-Interferenz-Versuch nach Bäumler, in der Version nach Wolfram, getestet.

Es bestehen keine Geschlechts-, mäßige Alters- und deutliche Intelligenzeinflüsse auf die Ergebnisse des Tests. Er besitzt eine hohe Durchführungs-, Auswertungs-, Interpretationsobjektivität und eine befriedigende Retestrelabilität. Der Test ist gut geeignet zur schweregradmäßigen Differenzierung von Hirnschadensfolgen, Differenzierung psychogener und hirnorganisch bedingter Leistungsminderungen (134). Nach Bäumler (8) bestehen positive Beziehungen des FWIT zu Merkfähigkeitstests (40 % signifikante

Korrelationen) sowie eine negative Korrelation zwischen Verbalgedächtnis und Interferenzversuch, die vom Autor aber nicht erklärt werden kann. Es sollen deutlich stabile Zusammenhänge mit den Mengenleistungen im d2-Durchstreichtest bestehen. Großen Einfluss auf die Ergebnisse spielen Persönlichkeitseigenschaften wie Selbstvertrauen, Motivation, konzentrativer Einsatz und emotionale Stabilität. So besteht eine positive Beziehung zum Leistungsstreben des Patienten. Selbstunsicherheit wird als ein wichtiger Punkt für eine geringe sensomotorische Aktionsgeschwindigkeit vermutet. Bei Messungen der selektiven Aufmerksamkeit zeigen Kinder mit über Ableitungen versorgtem Hydrozephalus und „arrested Hydrozephalus“ signifikant schlechtere Ergebnisse als normale Probanden (32). Mit einer Lesezeit von 6,0 im Mittel und einer Interferenz von 4,4 stellten sich unsere Hydrozephaluspatienten ohne Auffälligkeiten zum Normbereich dar. Entsprechend den Ansichten von Bäumler (8) ist bei unserem Krankengut kein wesentlicher Unterschied zu den Leistungen im d2 Test zu verzeichnen. In beiden Tests lagen Resultate im Normbereich vor. Innerhalb unserer Gruppen α/β zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Probleme in der Auswertung bildete der Patient mit 71 Jahren, da keine ausreichenden Normierungen für diese Altersgruppe vorlag. Aus diesem Grund wurden die Normwerte der nächstliegenden Altersgruppen herangezogen (65 Jahre). Es ist dabei aber zu erwarten, dass bessere Ergebnisse als im Bereich der Normwerte der 65-Jährigen erzielt wurden, da, wie durch Bäumler (8) nachgewiesen wurde, das allgemeine Aktionstempo ab- und die Interferenzneigung leicht zunimmt.

Von mehreren Autoren werden Zusammenhänge zwischen einer Beeinträchtigung psychischer Funktionen und dem morphologischen Befund angegeben (57,93,130), die Pittasch und Dietrich (93) belegten. Nach Weinmann (130) erlaubt die Kenntnis der Breite der Hirnkammern eine Aussage über das Ausmaß des mentalen Leistungsdefizits. Es wurden ff. Korrelationen nachgewiesen: zwischen der Huckmann-Zahl und der Zahl der Gesamtzeichen im d2 Test und der Merkfähigkeit im DCS, zwischen dem Cella-media-Index und dem MWT-B-Test, den Gesamtzeichen im d2 Test, dem GZ-F-Wert im d2 Test, der Merkfähigkeit im DCS und der Lernfähigkeit im DCS sowie zwischen dem Frontalhorn-Index, den Gesamtzeichen im d2 Test und der Merkfähigkeit im DCS.

Erweiterungen der Ventrikel liefern eine häufigere Signifikanz zu den Leistungs- als zu den affektiv-emotionalen Parametern. Ein zunehmender Hydrozephalus soll negative Veränderungen der psychiatrisch-psychologischen Persönlichkeitsparameter und negative Veränderungen der Merkfähigkeit und Lernfähigkeit im DCS bewirken (57,93,130). Das wäre eine mögliche Erklärung für das schlechte Abschneiden unserer Untersuchungsgruppe im DCS bei ansonsten guten Ergebnissen innerhalb der anderen neuropsychologischen Testungen.

In unseren Untersuchungen ließen sich ebenfalls zahlreiche Beziehungen demonstrieren, die denen von Pittasch und Dietrich (93) sehr ähneln. Am häufigsten sind dabei Zusammenhänge zwischen dem CMI und der HZ zu neuropsychologischen Parametern zu erkennen. Diese bestehen beim CMI zur MF und LF aus dem DCS und der Lesezeit aus dem FWIT, bei der HZ zur LF aus dem DCS, $\Delta F\%$ aus dem d2 und der Lesezeit aus dem FWIT. Die häufigsten und gleichzeitig stärksten Korrelationen bestehen zwischen der Lesezeit aus dem FWIT zu fast allen radiologischen Parametern.

Bei diesen Ergebnissen liegt die Vermutung nahe, dass bei messbaren negativen Änderungen des Cella-media-Index, welcher sich bei den radiologischen Untersuchungen als sensibelster Parameter zeigte und damit als wahrscheinlich wichtigster radiologischer Wert darstellt, mit neuropsychologischen Verschlechterungen zu rechnen ist.

Die Lesezeit aus dem FWIT zeigt sich dabei als ein wichtiger neuropsychologischer Parameter im Verhältnis zu Erweiterungen des Intraventrikularraumes bei Hydrozephaluspatienten.

Bei den subjektiven Angaben der Patienten zeigten sich auch insbesondere in den Bereichen beeinträchtigtes Kurzzeitgedächtnis und Störungen der Konzentration zahlreiche Korrelationen zu fast allen radiologischen Parametern. Da auch die Lesezeit aus dem FWIT als objektiv messbarer neuropsychologischer Befund die häufigsten Korrelationen zu den radiologischen Parametern zeigt und diese sehr hohe Anforderungen an die Konzentration des Patienten während der Testausführung stellt, ergeben sich hier offenbar Zusammenhänge zwischen den subjektiven Angaben der Patienten und den objektiven Messergebnissen aus den neuropsychologischen Testungen. Davon ableitend empfehlen wir, die subjektiven Angaben zur Konzentrationsschwäche in Verlaufsuntersuchungen bei Hydrozephaluspatienten einzubinden. Allerdings sollten diese wegen

ihres subjektiven Charakters durch geeignete objektive neuropsychologische Untersuchungen, wie den FWIT, d2 oder DCS, untermauert werden.

5. Schlussfolgerungen

Ist der Subarachnoidalraum nicht blockiert und die Reabsorption des Liquors nicht gestört, ist die Prozedur der endoskopischen Ventrikulozisternostomie die beste Therapiemöglichkeit für alle obstruktiven Hydrozephalusformen, bei denen dieser Eingriff den Liquorfluss zu den Resorptionsorten neu gestaltet. Belegt durch Ergebnisse aus der Literatur, sind dabei insbesondere Patienten mit Stenosen des Aquädukts (primär oder sekundär) die geeignetsten Kandidaten für diesen Eingriff. Entgegen früheren Ansichten spielt das Alter des Patienten dabei nur noch eine untergeordnete Rolle. Entscheidend für den Erfolg der Operation ist das operativ technische Vorgehen bei Einhaltung der strengen Indikationen für diesen Eingriff. In der Hand eines geübten Operateurs bestehen heute unter Zuhilfenahme modernster diagnostischer Möglichkeiten und operativer Instrumentarien geringste operative Morbiditäts- und Mortalitätsraten. Als ein moderner minimal invasiver Eingriff mit dem direkten Blick auf das OP-Gebiet ist dieses Verfahren anderen Behandlungsmethoden, wie Shuntsystemen, stereotaktisch geführten Ventrikulozisternostomien (VECST) oder Aquäduktplastien, vorzuziehen.

Dennoch sollten die versorgten Patienten näher überwacht werden, um mögliche Komplikationen frühzeitig beherrschen zu können. Dem entspricht die Verwendung neuartiger Techniken, wie die Platzierung eines subgalealen Bohrlochreservoirs, um auftretenden Problemen durch Spätversager (Liquorabflussstörungen) entgegenwirken zu können.

Die Rückbildung der ventrikulären Erweiterungen im Rahmen des Hydrozephalus erfolgt wie erwartet nur sehr langsam und in mäßigem Umfang. Eine Normalisierung der Werte ist nicht zu erwarten. Ausnahmen davon bilden Kinder mit einer kurzen Anamnese. Bei ihnen ist unter Umständen mit einer vollständigen Rückbildung der gestauten Ventrikel zu rechnen. In unseren Untersuchungen konnten wir zum Teil signifikant unterschiedliches postoperatives Rückbildungsverhalten des Ventrikularsystems im Vergleich zwischen akut und chronisch erkrankten Patienten nachweisen. Das erklären wir uns dadurch, dass es nach Aufbrauchen der Reservekapazitäten des Hirns zu einer Verschmälerung des Kortex und zum Verlust von weißer Substanz kommt. Die Volumenvermehrungen des Ventrikularsystems gehen dabei auf Kosten

der Hirnsubstanz. Eine dauernde Druckerhöhung bewirkt weiterhin eine zunehmende Rigidität durch eine reaktive Gliose des Ventrikelependyms, die nach Entlastung einer Rückbildung der Ventrikel entgegensteht. Mit steigendem Alter kommt es zu einer natürlichen Erweiterung des Ventrikularsystems, Normalisierungen sind dann nicht mehr zu erwarten.

Zahlreiche Autoren beschreiben deutliche neuropsychologische Minderleistungen der Hydrozephaluspatienten, was sich in erreichten IQ-Werten, Schulbildung (Schulform), Schulnoten oder erreichtem Berufsstand widerspiegelt. Als eine Hauptursache wurden neben den ventrikulären Erweiterungen die typischen Komplikationen nach Versorgung mit Shuntsystemen festgestellt. Wir sind der Meinung, dass ein frühzeitiger suffizienter Eingriff bei Okklusivhydrozephalus solche Entwicklungsrückgänge oder Stagnationen verhindern kann. Das Hirn der Kinder kann eine normale Entwicklung nehmen.

Unsere Patienten erreichten insbesondere bei den IQ-Werten gute durchschnittliche Ergebnisse im Vergleich zur Normalbevölkerung. Die Werte der Kinder lagen oft sogar im überdurchschnittlichen Bereich. Beschriebene Unterschiede im verbalen und nichtverbalen IQ konnten in unseren Untersuchungen nicht bestätigt werden.

Obwohl bei vorausgegangenen Studien Hydrozephaluspatienten im FWIT und d2 Durchstreichtest deutlich schlechtere Ergebnisse im Vergleich zu gesunden Probanden zeigten, ließen sich die Ergebnisse unserer Patienten anhand der C-Normskala im durchschnittlichen Bereich darstellen. Wir vertreten die Ansicht, dass dieser positive Effekt einem rechtzeitigen Eingriff mit dem richtigen Operationsverfahren zu verdanken ist.

Innerhalb des DCS schnitten unsere Patienten im Verhältnis zu den anderen durchgeführten Tests und im Vergleich zu gesunden Probanden schlecht ab. Unter der Annahme, dass die Testung der Merkfähigkeit im DCS als Ausdruck für das Kurzzeitgedächtnis und die Lernfähigkeit als Ausdruck für das Langzeitgedächtnis steht, wäre das schlechte Abschneiden durch eine verstärkte Beeinflussung des Frontalhirns und seiner subkortikalen Strukturen erklärbar. Das widerspiegelnd, stellte sich der Frontalhirnindex als der Parameter, welcher die geringsten Änderungen innerhalb der Restauration des Ventrikularsystems zeigte, dar. Obwohl sich beim DCS keine signifikanten Unterschiede zwischen unserer akuten und chronischen Gruppe darstellen ließen, bot sich beim

$\Delta F\%$ des d2 Durchstreichtests ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Der $\Delta F\%$ Wert spiegelt im d2 Test das Lernergebnis unter qualitativem Gesichtspunkt wider und ist als Ergänzung zur Beurteilung der Lernleistung und damit des Langzeitgedächtnisses zu verstehen. Damit lässt sich das signifikant bessere Abschneiden der Patienten beim $\Delta F\%$ Wert mit akutem Hydrozephalus im Vergleich zur chronischen Form erklären, obwohl das Rückbildungsverhalten im Frontalhirnindex im Gegensatz zur Huckmann- Zahl, dem Evans-Index zwischen den Gruppen nicht signifikant voneinander verschieden war.

Bei der durchgeführten Korrelationsanalyse zwischen radiologischen Parametern und neuropsychologischen Ergebnissen boten sich zahlreiche Zusammenhänge. Anhand der Werte des Cella-media-Index, als vielleicht wichtigsten radiologischen Index, können bedingt Rückschlüsse auf die neuropsychologischen Parameter Merkfähigkeit und Lernfähigkeit und Konzentration hergestellt werden. Die stärksten Korrelationen bei einer 2-seitigen Signifikanz erschienen sich zwischen der Lesezeit im FWIT und der HZ ($r=-0,7$), der BV ($r=-0,768$) und dem CMI ($r=0,749$). Beim Hydrozephalus zeigten sich eine Beeinflussung der Konzentration, beeinträchtigte räumliche Fähigkeiten, eine zweifelhafte Fähigkeit zum Encodieren und Speichern von sachlichen Informationen, ein gesenkter Antrieb und eine gesenkte Affektivität, Störungen der selektiven Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses, der Auffassungsgeschwindigkeit und Schwierigkeiten bei Problemlöseaufgaben. Der FWIT beinhaltet hohe Ansprüche an die Konzentration und Motivation, es werden Fähigkeiten der Informationsverarbeitung (Codierung, Decodierung) im optisch-verbale Funktionsbereich objektiv und zuverlässig gemessen. Zahlreiche psychologische Defizite, welche beim Hydrozephalus auftreten, können mit diesem Test analysiert werden. Die starken Korrelationen sind dadurch erklärbar.

In Anbetracht der weltweit guten operativen Ergebnisse, sehen wir diese Technik bei Einhaltung der strengen Indikationen als Therapie der Wahl des Hydrozephalus occlusus an.

6. Zusammenfassung

In der Zeit vom 20.07.1994 bis 10.09.1997 wurden in der Neurochirurgischen Universitätsklinik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 25 Patienten mit Stenosen des Aquädukts, intra- und extraventrikulären Zysten sowie Neoplasien mit externem Verschluss des Aquädukts über eine endoskopische Ventrikulozisternostomie versorgt. Von den 25 in diesem Zeitraum operierten Patienten wurden 18 in unsere Untersuchungen im Rahmen einer postoperativen Studie aufgenommen. Insgesamt lag eine Komplikationsrate von 4%, eine Erfolgsrate von 75% und eine Mortalitätsrate von 0% vor.

Aus bestehenden, etablierten Tests wurde eine geeignete neuropsychologische Untersuchungsreihe zusammengestellt. Im Vergleich mit der Literatur über Hydrozephaluspatienten konnte bei unseren Patienten ein besseres Abschneiden in den neuropsychologischen Tests erzielt werden. Die Werte lagen, gemessen an der C-Normskala mit $\bar{x}=5$ und $SD=2$, im durchschnittlichen Bereich. Am schlechtesten schloss die gesamte Patientengruppe im Diagnosticum für Cerebralschädigung ab. Im Vergleich der durch uns gebildeten Gruppen mit akuter und chronischer Symptomatik konnte lediglich beim $\Delta F\%$ Wert des d2 Durchstreichtests nach Brickenkamp ein signifikanter Unterschied ($p=0,021$) festgestellt werden.

Für die Auswertung der radiologischen Ergebnisse wurden die Befunde der erfolgreich behandelten Patienten verwendet. In vier Zeitabschnitte untergliedert, erfolgte eine Auswertung der cCT und MRT der Patienten. Dabei wurden zahlreiche Ventrikelparameter bestimmt und ebenfalls im Hinblick auf mögliche Unterschiede zwischen der gebildeten akuten und chronischen Gruppe untersucht. Die deutlichsten Änderungen traten beim Cella-media-Index (24,4%), der Breite des III. Ventrikels (21,6%) und der Huckmann-Zahl (7,4%) auf. Bei der Breite des III. Ventrikels ($p<0,0005$), der Huckmann-Zahl ($p=0,002$) und dem Evans-Index ($p=0,013$) konnten signifikante Unterschiede im Rückbildungsverhalten zwischen der akuten und der chronischen Gruppe eruiert werden.

Als empfindlichster radiologischer Parameter wurde der Cella-media-Index festgestellt. Nur sehr verzögerte und geringfügige Änderungen traten beim Frontalhorn-Index (2%) auf.

Um Zusammenhänge zwischen neuropsychologischen und radiologischen Ergebnissen zu untersuchen, wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Bedeutende Korrelationen zeigten sich zwischen der Lesezeit im Farbe-Wort-Interferenz-Test bei einer 2 seitigen Signifikanz zu den radiologischen Parametern HZ ($r=-0,7$), BV ($r=-0,768$), CMI ($r=0,749$). Bei diesen Ergebnissen liegt die Vermutung nahe, dass bei messbaren negativen Änderungen des Cella-media-Index, als sensibelster radiologischer Parameter, mit neuropsychologischen Verschlechterungen zu rechnen ist. Die Lesezeit aus dem FWIT, welche ein sehr hohes Maß an die Konzentration des Patienten während der Testausführung stellt, imponiert dabei als wichtigster neuropsychologischer Test und stellt sich in enger Beziehung zu den subjektiven Angaben der Patienten dar.

Unser Patientengut misst nur eine begrenzte Anzahl von Probanden, da dieser operative Eingriff spezielle Indikationsstellungen benötigt und noch nicht sehr häufig durchgeführt wurde. Von Interesse wären Nachfolgeuntersuchungen mit einer größeren Patientenzahl, um manche noch offenen Fragen ausgiebiger beantworten zu können.

7 Literaturverzeichnis

- 1) Aquilina K, Edwards R, Pople I K: routine placement of a ventricular reservoir at endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery* 53 (2003) 91
- 2) Aschoff A, Kremer P, Hashemi B, Kunze St: the scientific history of hydrocephalus and its treatment. *Neurosurg Rev* 22 (1999) 67-93
- 3) Avman N, Gökalp H Z, Arasil E, Kanpolat Y, Özkal E, Karacon I, Selcuki M: symptomatology, evaluation and treatment of aqueductal stenosis. *Neurol Res* 6 (1984) 194-198
- 4) Baron I S, Goldberger E: neuropsychological disturbances of hydrocephalic children with implications for special education and rehabilitation. *Neuropsychol Rehabil* 3 (1993) 389-410
- 5) Bauer B L: how effective is endoscopic third ventriculostomy in treating adult hydrocephalus caused by primary aqueductal stenosis? [comments]. *Neurosurgery* 46 (2000) 104
- 6) Bauer B L, Hellwig D: Current endoneurosurgery. In: Bauer BL, Brock M, Klinger M (Hrsg): *Advances in Neurosurgery Vol. 22*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1994, S. 113-120
- 7) Bauer B L, Hellwig D: minimally invasive endoscopic neurosurgery-a survey. *Acta Neurochir Suppl Wien* 61 (1994) 1-12
- 8) Bäumlner G: *Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach J.R. Stroop: Handanweisung*. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, Toronto, Zürich, 1984
- 9) Beems T, Grotenhuis J A: 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)
- 10) Blume-Werry A: Aspekte zur psychosozialen Situation und zur Kindesentwicklung. In: AsbH Bundesverband Arbeitsgemeinschaft Spina bifida und Hydrocephalus e.V. (Hrsg): *Hydrocephalus Ein Ratgeber*. 3. Aufl. AsbH Bundesverband, Dortmund, 1996
- 11) Brookshire B L, Fletcher J M, Bohan T P, Landry S H: verbal and nonverbal skill discrepancies in children with hydrocephalus: a five-year longitudinal follow-up. *J Pediatr Psychol* 20 (1995) 785-800

- 12) Butler W E, Chapman P H: risk factors for failure of endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus [comments]. *Neurosurgery* 46 (2000) 1100
- 13) Cheek W E: Atlas of pediatric neurosurgery. 1. Aufl. W.B. Saunders Company, 1996
- 14) Cinalli G, Sainte-Rose C, Chumas P, Zerah M, Brunelle F, Lot G, Pierre-Kahn A, Renier D: failure of third ventriculostomy in treatment of aqueductal stenosis in children. *J Neurosurg* 90 (1999) 448-454
- 15) Cohen A R: endoscopic laser third ventriculostomy [letter; comment]. *N Engl J Med* 329 (1993) 207-208
- 16) Cohen A R: The history of neuroendoscopy. In: Manwaring K H, Crone K R (Hrsg): *Neuroendoscopy Volume 1*. Mary An Liebert Inc. Publisher, New York, 1991, S. 3-8
- 17) Cohen A R: ventriculoscopic surgery. *Clin Neurosurg* 41 (1994) 546-562
- 18) Cohen A R: images in clinical medicine. endoscopic laser third ventriculostomy [see comments]. *N Engl J Med* 328 (1993) 552
- 19) Cohen A R: endoscopic ventricular surgery. *Pediatr Neurosurg* 19 (1993) 127-134
- 20) Cohen A R: traumatic basilar aneurysma after endoscopic third ventriculostomy: case report [comments]. *Neurosurgery* 41 (1997) 1400
- 21) Dalrymple S J, Kelly P J: computer-assisted stereotactic third ventriculostomy in the management of noncommunicating hydrocephalus. *Stereotact Funct Neurosurg* 59 (1992) 105-110
- 22) Dandy W E: diagnosis and treatment of strictures of the aqueduct of sylvius (causing hydrocephalus). *Arch Surg* 51 (1945) 1-14
- 23) Dandy W E: cerebral ventriculoscopy. *Johns Hopkins Hospital Bulletin* (1922) 189-190
- 24) Dandy W E: an operative procedure for hydrocephalus. *Johns Hopkins Hospital Bulletin* 33 (1922) 189-190
- 25) Decq P, Brugieres P, Le Guerinel C, Djindjian M, Keravel Y, Nguyen J P: percutaneous endoscopic treatment of suprasellar arachnoid cysts: ventriculocystostomy or ventriculocystocisternostomy? Technical note. *J Neurosurg* 84 (1996) 696-701

- 26) Decq P, Le Guerinel C, Palfi S, Djindjian M, Keravel Y, Nguyen J-P: a new device for endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg* 93 (2000) 509-512
- 27) Decq P D, Le Guerinel C, Sol J-C, Brugieres P, Djindjian M, Nguyen J-P: chiari I malformation: a rare cause of noncommunicating hydrocephalus treated by third ventriculostomy. *J Neurosurg* 95 (2001) 783-790
- 28) Donders J, Rourke B P, Canady A I: neuropsychological functioning of hydrocephalic children. *J Clin Exp Neuropsychol* 13 (1991) 607-613
- 29) Drake J M: ventriculostomy for treatment of hydrocephalus. *Neurosurg Clin N Am* 4 (1993) 657-666
- 30) Drake J M: Neuroendoscopy tumor biopsy. In: Manwaring K H, Crone K R (Hrsg): *Neuroendoscopy Volume 1*. Mary An Liebert Inc. , New York, 1991, S. 103-108
- 31) Fay T, Grant F C: ventriculoscopy and intraventricularphotography in internal hydrocephalus. *JAMA* 7 (1923) 461-463
- 32) Fletcher J M, Brookshire B L, Landry S H, Bohan T P, Davidson K C, Francis D J, Levin H S, Brandt M E, Kramer L A, Morris R D: attentional skills and executive functions in children with early hydrocephalus. *Develop Neuropsychol* 12 (1996) 53-76
- 33) Fletcher J M, Francis D J, Thompson N M, Davidson K C, Miner M E: verbal and nonverbal skill discrepancies in hydrocephalic children. *J Clin Exp Neuropsychol* 14 (1992) 593-609
- 34) Fries G: endoscopic aqueductoplasty: technique and results [see comments]. *Neurosurgery* 45 (1999) Nr. 3 508
- 35) Frühauf K: Entwicklungsbesonderheiten zerebralgeschädigter Kinder. *Psych Neurol med Psychol Beiheft* 35 (1986)
- 36) Frühauf K: Die Wirkung von biologischen und sozialen Komponenten auf die Entwicklung zerebralgeschädigter Kinder. *Z ges Hyg* 30 (1984) 121-124
- 37) Fukuhara T, Vorster S J, Luciano M G: risk factors for failure of endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus. *Neurosurgery* 46 (2000) 1100
- 38) Fukushima T, Ischijima B, Hirakawa K, Nakamura N, Sano K: ventriculofiberscope: a new technique for endoscopic diagnosis and operation. *Neurosurgery* 38 (1973) 251-256

- 39) Gjerris F, Borgesen S E: current concepts of measurement of cerebrospinal fluid absorption and biomechanics of hydrocephalus. *Adv Tech Stand Neurosurg* 19 (1992) 145-177
- 40) Goldsmith D F: neuropsychological consequences of ventricle size in shunted hydrocephalic children. (Dissertation 1988 University of Utah). *Diss Abstr* 49 (1989) 2913-2914
- 41) Gomez-C R: ultrasonic ventriculostomy stylet. *Neurosurgery* 37 (1995) 1020-1021
- 42) Goodman R R: magnetic resonance imaging-directed stereotactic endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery* 32 (1993) 1043-1047
- 43) Griffith H B: technique of fontanelle and persutural ventriculoscopy and endoscopic ventricular surgery in infants. *Childs brain* 1 (1975) 359-363
- 44) Griffith H B, Jamjoom A B: the treatment of childhood hydrocephalus by choroid plexus coagulation and artificial cerebrospinal fluid perfusion. *Br J Neurosurg* 4 (1990) 95-100
- 45) Grunert P, Perneczky A, Resch K: endoscopic procedures through the foramen interventriculare of Monro under stereotactical conditions. *Minim Invasive Neurosurg* 37 (1994) 2-8
- 46) Guiot G: ventriculo-cisternostomy for stenosis of the aqueduct of sylvius. Puncture of the floor of the third ventricle with a leucotome under television control. *Acta Neurochir Wien* 28 (1973) 264-289
- 47) Guttmann G: *Lehrbuch der Neuropsychologie*. 3. Aufl. Verlag Hans Huber, Bern, Stttgart, Wien, 1982
- 48) Hader W J, Drake J, Cochrane D, Sparrow O, Johnsen E S, Kestle J: death after late failure of third ventriculostomy in children. *J Neurosurg* 97 (2002) 211-215
- 49) Handler MH, Abbott R, Lee M: a near-fatal complication of endoscopic third ventriculostomy: case report. *Neurosurgery* 35 (1994) 527-528
- 50) Heilman C B, Cohen A R: endoscopic ventricular fenestration using a "saline torch". *J Neurosurg* 74 (1991) 224-229
- 51) Hellwig D, Bauer B L: minimally invasive neurosurgery by means of ultrathin endoscopes. *Acta Neurochir Suppl Wien* 54 (1992) 63-68
- 52) Hemmer R, Weißenfels E: 20 Jahre Hydrozephalusbehandlung. *Arch Psychiatr Nervenkr* (1981) 257-264

- 53) Hirsch J F, Hirsch E, Sainte Rose CH, Renier D, Pierre-Khan A: stenosis of the aqueduct of sylvius. *J Neurosurg Sci* 30 (1986) 29-39
- 54) Hoffman H J: flexible endoneurosurgical therapy for aqueductal stenosis [comments]. *Neurosurgery* (1993) 242
- 55) Holgate L: Hydrocephalus Richtlinien für Lehrer/innen. In: AsbH Bundesverband Arbeitsgemeinschaft Spina bifida und Hydrocephalus e.V. (Hrsg): *Hydrocephalus Ein Ratgeber*. 3. Aufl. AsbH Bundesverband, Dortmund, 1996
- 56) Hopf N J, Grunert P, Fries G, Resch K D M , Pernecky A: endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Neurosurgery* 44 (1999) 795
- 57) Hörmann M: Beeindruckende klinische Besserung bei einer 69jährigen Patientin mit Liquorabflußstörung nach Anlage eines Holter-Hausner-Ventils 9 Monate nach einer Kontusion vom Typ III. *Z Gerontol* 21 (1988) 138-141
- 58) Huber G: *Psychiatrie: Lehrbuch für Studierende und Ärzte*. 5. Aufl. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, New York, 1994
- 59) Jaksche H, Loew F: burr hole third ventriculo-cisternostomy. *Acta Neurochir Wien* 79 (1986) 48-51
- 60) Jones R F, Kwok B C, Stening W A, Vonau M: the current status of endoscopic third ventriculostomy in the management of non-communicating hydrocephalus. *Minim Invasive Neurosurg* 37 (1994) 28-36
- 61) Jones R F, Kwok B C, Stening W A, Vonau M: neuroendoscopic third ventriculostomy. A practical alternative to extracranial shunts in non-communicating hydrocephalus. *Acta Neurochir Suppl Wien* 61 (1994) 79-83
- 62) Jones R F, Stening W A, Brydon M: endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery* 26 (1990) 86-92
- 63) Jones R F, Stening W A, Kwok B C, Sands T M: third ventriculostomy for shunt infections in children. *Neurosurgery* 32 (1993) 855-859; discussion 860
- 64) Jones R F, Teo C, Stening W A, Kwok B C T: Neuroendoscopic third ventriculostomy. In: Manwaring K H, Crone K R (Hrsg): *Neuroendoscopy Volume 1*. Mary An Liebert Inc. , New York, 1991, S. 63-78

- 65) Kellnar S, Boehm R, Ring E: ventriculoscopy-aided implantation of ventricular shunts in patients with hydrocephalus. *J Pediatr Surg* 30 (1995) 1450-1451
- 66) Kelly P J: flexible endoneurosurgical therapy for aqueductal stenosis [comments]. *Neurosurgery* (1993) 242-243
- 67) Kelly P J: stereotactic third ventriculostomy in patients with nontumoral adolescent/adult onset aqueductal stenosis and symptomatic hydrocephalus [see comments]. *J Neurosurg* 75 (1991) 865-873
- 68) Kelly P J: how effective is endoscopic third ventriculostomy in treating adult hydrocephalus caused by primary aqueductal stenosis? [comments]. *Neurosurgery* 46 (2000) 104
- 69) Kelly P J: risk factors for failure of endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus [comments]. *Neurosurgery* 46 (2000) 1100
- 70) Kiefer M, Eymann R, Steudel W I: LOVA-Hydrozcephalus. *Nervenarzt* 73 (2002) 972-981
- 71) Kulkarni A, Drake J M: risk factors for failure of endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus [comments]. *Neurosurgery* 46 (2000) 1100
- 72) Kunz U, Goldmann A, Bader C, Waldbaur H, Oldenkott P: endoscopic fenestration of the 3rd ventricular floor in aqueductal stenosis. *Minim Invasive Neurosurg* 37 (1994) 42-47
- 73) Kwiek S J, Mandera M, Bazowski P, Luszawski J, Duda I, Wolwender A, Zymon-Zagorska A, Grzybowska K: endoscopic third ventriculostomy for hydrocephalus: early and late efficacy in relation to aetiology. *Acta Neurochir* 145 (2003) 181-184
- 74) Lamberti G, Remschmidt H, Weidlich S: Zur Normierung des Diagnosticums für Cerebralschädigung (DCS) für das Kindes- und Jugendalter. *Z. Kinder-Jugendpsychiat.* 6 (1978) 348-366
- 75) Lange S, Grumme Th, Kluge W, Ringel K, Meese W: Zerebrale und spinale Computertomographie. Schering Aktiengesellschaft, Berlin, 1988
- 76) Levy M L: risk factors for failure of endoscopic third ventriculostomy for obstructive hydrocephalus [comments]. *Neurosurgery* 46 (2000) 1100
- 77) Lewis A I, Keiper Jr G L, Crone K R: endoscopic treatment of loculated hydrocephalus. *J Neurosurg* 82 (1995) 780-785

- 78) McLaughlin M R, Wahlig J B, Kaufmann A M, Albright A L: traumatic basilar aneurysma after endoscopic third ventriculostomy: case report. *Neurosurgery* 41 (1997) 1400
- 79) Miller N M: Organization of the neuroendoscopic suite. In: Manwaring K H, Crone K R (Hrsg): *Neuroendoscopy Volume 1*. Mary An Liebert Inc. , New York, 1991, S. 9-17
- 80) Mixter W J: ventriculoscopy and puncture of the floor of the third ventricle. *Boston med Surg J* 188 (1923) 277-278
- 81) Morelli D, Pirotte B, Lubansu A, Detemmerman D, Aeby A, Fricx C, Berre J, David P, Brotchi J: persistent hydrocephalus after early surgical management of posterior fossa tumors in children: is routine preoperative endoscopic third ventriculostomy justified?. *J Neurosurg* 103 (2005) 247-52
- 82) Natelson S E: third ventriculostomy [letter; comment]. *J Neurosurg* 76 (1992) 890-891
- 83) Ogden J A: neuropsychological and psychological sequelae of shunt surgery in young adults with hydrocephalus. *J Clin Exp Neuropsychol* 8 (1986) 657-679
- 84) Oka K, Go Y, Kin Y, Tomonaga M: an observation of the third ventricle under flexible fiberoptic ventriculoscope: normal structure. *Surg Neurol* 40 (1993) 273-277
- 85) Oka K, Go Y, Kin Y, Utsunomiya H, Tomonaga M: the radiographic restoration of the ventricular system after third ventriculostomy. *Minim Invasive Neurosurg* 38 (1995) (Abstract)
- 86) Oka K, Tomonaga M: Instruments for flexible endoneurosurgery. In: Manwaring K H, Crone K R (Hrsg): *Neuroendoscopy Volume 1*. Mary An Liebert Inc. , New York, 1991, S. 17-28
- 87) Oka K, Yamamoto M, Ikeda K, Tomonaga M: flexible endoneurosurgical therapy for aqueductal stenosis [see comments]. *Neurosurgery* 33 (1993) 236-243
- 88) Oka K, Yamamoto M, Nagasaka S, Tomonaga M: endoneurosurgical treatment for hydrocephalus caused by intraventricular tumors. *Childs Nerv Syst* 10 (1994) 162-166
- 89) Oka K, Yamamoto M, Nonaka, T, Tomonaga, M: the significance of artificial cerebrospinal fluid as perfusate and endoneurosurgery. *Neurosurgery* 38 (1996) 733-736

- 90) Patterson R H, Bergland R M: the selection of patients for third ventriculostomy based on experience with 33 operations. J Neurosurg 29 (1968) 252-254
- 91) Perlman B B: percutaneous third ventriculostomy in the treatment of a hydrocephalic infant with aquaeduct stenosis. Int Surg 49 (1968) 443-448
- 92) Peter A C: Der Neuropsychologische Screeningtest und seine klinische Erprobung. Freie Universität Berlin. Dissertation.1997
- 93) Pittasch D, Dietrich J: Der Einfluß von Lage und Größe des postoperativen Hirndefektes auf die psychischen Eigenschaften. Zentralbl Neurochir 49 (1988) 298-309
- 94) Pittman T, Bucholz R D: Endoscopic choroid plexectomy. In: Manwaring K H, Crone K R (Hrsg): Neuroendoscopy Volume 1. Mary An Liebert Inc. , New York, 1991, S. 97-102
- 95) Poeck K: Klinische Neuropsychologie. 2. Aufl. Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1989
- 96) Preul C, Tittgemeyer M, Lindner D, Trantakis C, Meixensberger J: quantitative assesement of parenchymal and ventricular readjustment to intracranial pressure relief. AJNR 25 (2004) 377-381
- 97) Pudenz R H: the surgical treatment of hydrocephalus-an historical review. Surg Neur 15 (1981) 15-26
- 98) Radü E W, Kendall B E, Moseley I F: Computertomographie des Kopfes 3. Aufl. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York, 1994, S. 57, 134
- 99) Rainov N G: Neuropsychologische Untersuchungen bei Hypophysenadenom-Patienten. Versuch einer Verbesserung der kognitiven und affektiven Parameter mit dem Neuropeptid Desamino-D-Arginin-Vasopressin. MLU Halle-Wittenberg. Dissertation.1992
- 100) Resch K D, Perneczky A, Tschabitscher M, Kindel, S: endoscopic anatomy of the ventricles. Acta Neurochir Suppl Wien 61 (1994) 57-61
- 101) Rieger A, Rainov N G, Sanchin L, Schöpp G, Burkert W: ultrasound-guided endoscopic fenestration of the third ventricular floor for non-communicating hydrocephalus. Minim Invasive Neurosurg 39 (1996) 17-20

- 102) Sainte-Rose C: Third ventriculostomy. In: Manwaring K H, Crone K R (Hrsg): Neuroendoscopy Volume 1. Mary An Liebert Inc. , New York, 1991, S. 47-62
- 103) Scarff J E: third ventriculostomy by puncture of the lamina terminalis and the floor of third ventricle. J Neurosurg 24 (1966) 935-943
- 104) Scarff J E: treatment of obstructive hydrocephalus by puncture of the lamina terminalis and floor of the third ventricle. J Neurosurg 8 (1951) 204-213
- 105) Scarrow A M, Levy E I, Pascucci L, Albright A L: outcome analysis of endoscopic III ventriculostomy. Child's Nerv Syst 16 (2000) 442-445
- 106) Schirmer M: Neurochirurgie: eine Einführung. 8. Aufl. Urban u. Schwarzenberg, Wien, Baltimore, 1994
- 107) Schmidgen H, Hoell T, Regard M, Landis T, Rudolf K H, Berzewski H, Brock M: Der "Neuropsychologische Screening Test (NST)": Erste Validierungs- und Reliabilitätsstudien. Zentralbl Neurochir 55 (1994) 185-192
- 108) Schmidt R H: use of a microvascular doppler probe to avoid basilar artery injury during endoscopic third ventriculostomy. J Neurosurg 90 (1999) 156-159
- 109) Schmidtke A, Schaller S, Becker P: Coloured Progressive Matrices von J. C. Raven, J. Court and J. Raven Jr.. 2. Aufl. Belts Test Gesellschaft, Weinheim, 1980
- 110) Schön G: Zur Geschichte der Neurochirurgie in Halle. MLU Halle-Wittenberg. Dissertation.1988
- 111) Schroeder H W S, Gaab M R: endoscopic aqueductoplasty: technique and results. Neurosurgery 45 (1999) Nr. 3 508
- 112) Schroeder H W S, Niendorf W-R, Gaab M R: complications of endoscopic third ventriculostomy. J Neurosurg 96 (2002) 1032-1040
- 113) Schwartz T H, Ho B, Prestigiacomo C J, Bruce J N, Feldstein N A, Goodman R R: ventricular volume following third ventriculostomy. J Neurosurg 91 (1999) 20-25
- 114) Siomin V, Cinalli G, Grotenhuis A, Golash A, Oi S, Kothbauer K, Weiner H, Roth J, Beni-Adani L, Pierre-Kahn A, Takahashi Y, Mallucci C, Abbott R, Wisoff J, Constantini S: endoscopic third ventriculostomy in patients with cerebrospinal fluid infection and/or hemorrhage. J Neurosurg 97 (2002) 519-524

- 115) Sturm W, Willmes K, Horn W: Leistungsprüfsystem für 50-90jährige (LPS 50+): Handanweisung. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, Bern, Toronto, usw., 1993
- 116) Tantzsch E: Analyse der Shuntoperationen in ihrem Wandel - Betrachtungen zur Therapie des Hydrozephalus im Zeitraum 1981-1990. MLU Halle-Wittenberg. Dissertation.1996
- 117) Teo C, Jones R F C, Stening W A, Kwok B C T: Neuroendoscopic third ventriculostomy. In: Matsumoto S, Tamaki N (Hrsg): Hydrocephalus, pathogenesis and management. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1991, S. 681-691
- 118) Teo C, Rahman S, Boop F A, Cherny B: complications of endoscopic neurosurgery. Child's Nerv Syst 12 (1996) 248-253
- 119) Testzentrale Göttingen Bern: Testkatalog 1996/97. Hogrefe-Verlag , Göttingen, 1996
- 120) Thun F, Friedemann G: Gehirn und intrakranieller Raum. In: Friedemann G, Bücheler E, Thurn P (Hrsg): Ganzkörper-Computertomographie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1981
- 121) Tisell M, Almström O, Stephensen H, Tullberg M, Wikkelsö C: how effective is endoscopic third ventriculostomy in treating adult hydrocephalus caused by primary aqueductal stenosis?. Neurosurgery 46 (2000) 104
- 122) Torkelson R D, Leibrock L G, Gustavson J L, Sundell R R: neurological and neuropsychological effects of cerebral spinal fluid shunting in children with assumed arrested ("normal pressure") hydrocephalus. J Neurol Neurosurg Psychiatr 48 (1985) 799-806
- 123) Torkildsen A: a new palliative operation in cases of inoperable occlusion of the sylvian aqueduct. Acta Chir Scand 82 (1939) 117-124
- 124) Voris H C: third ventriculostomy in treatment of obstructive hydrocephalus in children. Arch Neur 65 (1951) 265-271
- 125) Vries J K: an endoscopic technique for third ventriculostomy. Surg Neur 9 (1978) 165-168
- 126) Walker J, Meijer, J G: neuroendoscopic third ventriculostomy: a nursing perspective. J Neurosci Nurs 27 (1995) 78-82
- 127) Walker M L, Carey L, Brockmeyer D L: the neuronavigational 1.2-mm neuroview neuroendoscope. Neurosurgery 36 (1995) 617-618

- 128) Walker M L, MacDonald J, Wright L C: the history of ventriculoscopy: where do we go from here?. *Pediatr Neurosurg* 18 (1992) 218-223
- 129) Weidlich S, Lamberti G: DCS Diagnosticum für Cerebralschädigung: nach F. Hillers: Handbuch. 3. Aufl. Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, usw., 1993
- 130) Weinmann S: Psychische Leistungsstörungen und echoenzehalographische Befunde bei Patienten nach Contusio cerebri. *Fortschr Neurol Psychiat* 47 (1979) 347-376
- 131) Wellons J C, Tubbs R S, Banks J T, Grabb B, Blount J P, Oakes W J, Grabb P A: long-term control of hydrocephalus via endoscopic third ventriculostomy in children with tectal plate gliomas. *Neurosurgery* 51 (2002) 63
- 132) Williams E M, Galbraith J G, Duncan C C: neuroendoscopic laser-assisted ventriculostomy of the third ventricle. *AORN J* 61 (1995) 345-353
- 133) Wills K E: neuropsychological functioning in children with spina bifida and/or hydrocephalus. *J Clin Child Psychol* 22 (1993) 247-265
- 134) Wolfram H, Neumann J, Wieczorek V: Psychologische Leistungstests in der Neurologie und Psychiatrie: Methoden und Normwerte. In: Seidel K (Hrsg): Beiträge zur klinischen Neurologie und Psychiatrie. Bd. 54, 2. Aufl. Georg Thieme Verlag , Leipzig, 1989
- 135) Wong T T, Lee L S: a method of enlarging the opening of the third ventricular floor for flexible endoscopic third ventriculostomy. *Child's Nerv Syst* 12 (1996) 396-398
- 136) Wood F A: endoscopic laser third ventriculostomy [letter; comment]. *N Engl J Med* 329 (1993) 207-208
- 137) Yamamoto M, Oka K, Ikeda K, Tomonaga M: percutaneous flexible neuroendoscopic ventriculostomy in patients with shunt malfunction as an alternative procedure to shunt revision. *Surg Neurol* 42 (1994) 218-223
- 138) Ziedses des Plantes B G, Crezee P: transfrontal perforation of the lamina terminalis. *Neuroradiology* 16 (1978) 51-53

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Neurochirurgie
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Direktor: Prof.Dr.med.Burkert

Thesen der Dissertation

**Die chirurgische Therapie des Hydrozephalus occlusus mittels
endoskopischer Ventrikulozisternostomie
Eine postoperative Studie**

**Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr.med.)**

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von: Steffen Enke
geboren am: 12.05.1966 in: Querfurt

1. Die endoskopische Ventrikulozisternostomie stellt heute das Verfahren der ersten Wahl bei Hydrozephalus occlusus dar.
2. Im Vergleich mit anderen operativen Methoden beim Hydrozephalus occlusus besteht bei der endoskopischen Ventrikulozisternostomie eine geringere Mortalitäts- und Morbiditätsrate. Der Eingriff ermöglicht dem Patienten im Vergleich zur Shunttherapie ein deutlich höheres Lebensniveau.
3. In der Hand eines geübten Operateurs ist die endoskopische Ventrikulozisternostomie ein sicheres Verfahren.
4. Patienten mit primärer und sekundärer Aquäduktstenose sind die geeignetsten Kandidaten für diesen Eingriff.
5. Das Alter des Patienten sollte heute nur noch eine untergeordnete Rolle bei der Indikationsstellung für diesen Eingriff bilden.
6. Die Verwendung von scharfen und stumpfen Instrumenten oder eines Lasers als Werkzeuge zur Eröffnung des Bodens des III. Ventrikels sollten heute, zur Vermeidung von Verletzungen wichtiger Strukturen, keine Anwendung mehr finden.
7. Die Verwendung eines Bohrlochreservoirs gibt dieser Operationsmethode Sicherheiten zur Vermeidung sekundärer Komplikationen und sollte sich zum generellen operativen Standard etablieren.
8. Die postoperative Rückbildung des Intraventrikularraumes erfolgt wie erwartet sehr langsam.
9. Das Ventrikularsystem kann sich bei Kindern mit akuter Symptomatik vollständig zurückbilden. Bei Adulten und Adolescenten ist eine komplette Restauration nicht zu erwarten.

10. Anhand der signifikanten Unterschiede im Rückbildungsverhalten der Ventrikelparameter (Breite des III. Ventrikels $p < 0,0005$, der Huckmann-Zahl $p = 0,008$ und des Evans-Index $p = 0,013$) ist erkennbar, dass sich die Ventrikel bei einer akuten Form des Hydrozephalus schneller zurückbilden können als bei einer chronischen Form.
10. Als sensibelste radiologische Parameter konnten die Breite des III. Ventrikels (-21,6%) und der Cella-media-Index (+24,4%) eruiert werden. Diese Parameter stellen offensichtlich die geeignetsten radiologischen Kriterien zur Beurteilung des Rückbildungsverhaltens der Ventrikel dar.
11. Der Frontalhirnindex zeigte die geringsten Änderungen (2%) und kann bei der radiologischen Verlaufsbeurteilung des Hydrozephalus vernachlässigt werden.
12. Unsere Patienten zeigten in den neuropsychologischen Untersuchungen durchschnittliche Ergebnisse beim Test des IQ und im d2 Durchstreichtest nach Brickenkamp im Vergleich zur Normalbevölkerung und deutlich bessere Ergebnisse im Vergleich mit vorangegangenen Studien bei Hydrozephalus. Diese guten Ergebnisse sind auf ein rechtzeitiges operatives Eingreifen mit dem richtigen Verfahren zurückzuführen.
13. In der Literatur beschriebene Unterschiede zwischen verbalem und nichtverbalem IQ können wir nicht bestätigen.
14. Deutlich schlechtere Ergebnisse erzielten wir im Diagnostikum für Cerebralschädigung (Beurteilung der Lernfähigkeit und Merkfähigkeit des Patienten), welche wir in unmittelbarem Zusammenhang zu den geringen Änderungen im Frontalhirnindex sehen. Die signifikanten Unterschiede im DeltaF% des d2 Durchstreichtests nach Brickenkamp können als Ausdruck der konzentrativen Lernleistung unter qualitativem Gesichtspunkt und damit Ausdruck zur Beurteilung des Langzeitgedächtnisses verdeutlichen, dass eine Rückbildung des

häufigen Symptoms Merkfähigkeitsstörung bei rechtzeitiger Intervention eines akuten Hydrozephalus möglich ist.

15. Der Cella-media-Index stellt sich als sensibelster radiologischer Parameter dar und zeigt die häufigsten Korrelationen zu Ergebnissen in den neuropsychologischen Tests. Daher ist bei negativen Änderungen des CMI mit neuropsychologischen Verschlechterungen zu rechnen.

16. In der Korrelationsanalyse zwischen radiologischen und neuropsychologischen Parametern konnten Zusammenhänge mit einer 2-seitigen Signifikanz zwischen der Lesezeit im Farbe-Wort-Interferenz-Test und der Huckmann-Zahl ($r=-0,7$), dem Cella-Media-Index ($r=0,749$) und der Breite des III. Ventrikels ($r=-0,768$) eruiert werden. Damit imponierte der FWIT als einer der sensitivsten Tests in der Hydrozephalusdiagnostik und -therapie und zeigt ebenfalls hohe Übereinstimmungen mit den subjektiven Angaben der Patienten.

Lebenslauf

Name : Steffen Enke
Geburtsdatum: 12.05.1966
Familienstand: ledig
Schulbildung(Abschluß): Abitur
Studium: Humanmedizin
Staatsangehörigkeit: deutsch
Vater: Günter Enke, geb. am 03.06.1942
-Dipl. Ingenieur für Landmaschinen-
Mutter: Monika Enke, geb. am 02.10.1942
-Lehrerin-

9/73 - 8/77 POS „Bernhard Koenen“ Querfurt
9/77 - 8/83 POS „Philipp Müller“ Querfurt
9/83 - 8/85 EOS „Wilhelm Pieck“ Querfurt
3/85 Zulassung zum Medizinstudium an der Martin-Luther-
Universität Halle-Wittenberg für das Studienjahr 86/87
6/85 Abitur mit dem Prädikat „Mit sehr gut bestanden“
9/85 - 8/86 Vorpraktikum im Kreiskrankenhaus Querfurt
9/86 Beginn des Medizinstudiums
9/91 - 9/92 Ableistung des Praktischen Jahres im Klinikum
Kröllwitz der der Martin-Luther-Universität
10/92 - 3/94 Tätigkeit als AiP im Kreiskrankenhaus Querfurt
4/94 - 3/97 Tätigkeit als Assistenzarzt für Chirurgie im
Kreiskrankenhaus Querfurt, Chirurgische Abteilung
4/97 - 11/97 Durchführung praktischer Untersuchungen und
Datenerhebungen für Dissertation
12/97 -5/98 Tätigkeit als Assistenzarzt für Chirurgie im Städtischen
Krankenhaus Martha-Maria Halle-Dörlau GmbH
06/98 - 12/02 Leiter Marketing/Vertrieb der VTQ Videotronik GmbH
Querfurt
01/03 - 01/06 Geschäftsführer der VTQ Videotronik GmbH Querfurt
02/06 - Beendigung der Dissertation und Vorbereitung der
Wiederaufnahme der ärztlichen Tätigkeit

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertation selbst verfasst habe und mich dabei keiner anderen als der durch mich angegebenen Quellen bedient habe.

Querfurt, den

Unterschrift

Hiermit erkläre ich, dass ich weder mit dem gleichen noch einem anderen Thema an einer anderen Universität einen Promotionsversuch unternommen habe.

Querfurt, den

Unterschrift

Danksagung

Ich danke Herrn Professor Burkert für die Ermöglichung der Arbeit an seiner Klinik und insbesondere Herrn PD Dr.sc.med. Rieger für die Überlassung des Themas, die jederzeit hilfreiche und freundliche Unterstützung sowie unermüdliche Gesprächsbereitschaft bei auftretenden Fragestellungen und Diskussionen.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Professor Hennig und den Mitarbeitern des Institutes für Medizinische Psychologie, insbesondere Herrn Dr. Selle für die ausführliche Beratung und Hilfe auf dem Gebiet der neuropsychologischen Gesichtspunkte und bei der Ausarbeitung einer geeigneten Testbatterie.

Für die jederzeit freundliche Unterstützung bei der Sichtung von Krankenakten und CT-Bildern danke ich den Mitarbeitern der neurochirurgischen Ambulanz, dem Archiv der Neurochirurgischen Klinik und den Mitarbeitern der Radiologischen Klinik der MLU.

Dem sehr entgegenkommenden Verhalten der Mitarbeiter verschiedener weiterer radiologischer Kliniken und Ambulanzen, die mir die Möglichkeit der Auswertung ihrer CT-Bilder gewährten bin ich ebenfalls zu Dank verpflichtet.

Besonders möchte ich mich auch bei den Patienten bedanken, die bereitwillig an den Untersuchungen teilgenommen haben.

Ebenfalls sehr verbunden bin ich meinem ehemaligen Chefarzt Herrn Dr. Schenk und Frau OÄ Dr. Born sowie meinen Eltern, vielen Freunden und Kollegen, welche mir fortwährend Ansporn zur kontinuierlichen Arbeit an dieser Dissertation boten.

Mein tiefster Dank gilt von ganzem Herzen meiner Lebensgefährtin Sabine, welche mir in unzähligen Stunden hilfsbereit zur Seite stand und mir durch ihr ausgleichendes Engagement in unserer Familie die Möglichkeit zur Absolvierung dieser Arbeit verschaffte.