

Aus der Neurochirurgischen Klinik der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. med. Hans-Jakob Steiger

Analyse von Operationsindikationen, Revisionsraten und Risikofaktoren
Ventrikuloperitonealer Shuntsysteme sowie ein Vergleich von verstellbaren und
nicht-verstellbaren Ventrikuloperitonealen Shuntsystemen in der Behandlung
pädiatrischer Hydrozephaluspatienten

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Lina Bellstädt

2016

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Hans-Jakob Steiger

Zweitgutachter: Univ.-Prof. Dr. med. Wolfram Trudo Knoefel

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Beez, T., Sarikaya-Seiwert, S., Bellstädt, L., Mühmer, M., Steiger, HJ., (2013),
Role of ventriculoperitoneal shunt valve design in the treatment of pediatric
hydrocephalus - a single center study of valve performance in the clinical setting.
Child's Nervous System, Online ISSN: 1433-0

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich retrospektiv mit 102 pädiatrischen Hydrozephaluspatienten der Geburtsjahre 1988 bis 2010, welche mit Hilfe der Implantation eines Ventrikuloperitonealen Shunts zwischen Januar 2005 und Dezember 2010 an der Neurochirurgischen Klinik der Heinrich-Heine-Universität behandelt wurden. Weiterhin beschäftigt sich die Arbeit prospektiv mit der Auswertung von 15 Fragebögen an Hydrozephaluspatienten im Alter zwischen 3 und 21 Jahren. Diese Studie dient der Ergründung von Operationsindikationen für die Implantation eines Ventrikuloperitonealen Shunts, sowie der Indikationen der Revisionsoperationen und der Untersuchung von verwendeten Ventiltypen. Von Interesse war die Berechnung von Revisionsraten besonders im Vergleich der beiden, an dieser Klinik am häufigsten, verwendeten Ventiltypen mit dem Ziel relevante Ergebnisse für den klinischen Alltag zu generieren. Als Hauptaspekt wurde ein Vergleich zwischen Patienten mit nicht-verstellbarem Paedi GA-Ventil und Patienten mit verstellbarem Codman-Hakim-Ventil durchgeführt. Als weitere Fragestellung und Nebenaspekt dieser Arbeit galt die Evaluation der Patienten- und Elternperspektive hinsichtlich Schmerzen und Einschränkungen durch den Ventrikuloperitonealen Shunt im Alltag der Patienten mit dem Ziel, Einschränkungen des alltäglichen Lebens mit einem Shunt zu ermitteln.

In dieser Studie wurden Daten von 102 erstoperierten Patienten ausgewertet. Als häufigste Primäroperationsindikationen zeigten sich mit 33,3% der Hydrozephalus bedingt durch eine Malformation sowie mit 29,4% der posthämorrhagische Hydrozephalus. Insgesamt wurden 62 Patienten (60,8%) mit Hilfe von 101 Operationen revidiert, was einer Revisionsrate pro erstoperierten Patienten von 1,6 entspricht und mit Zahlen aus der Literatur übereinstimmt. Bei der Untersuchung der Revisionsindikationen zeigte sich, dass insgesamt mechanische Revisionsgründe in über der Hälfte aller Revisionsoperationen (58,4%) vorlagen. Gefolgt von Infektionen (27,7%). Weiterhin wurde eine Kohorte bestehend aus 73 Patienten extrahiert, von welchen 44 mit einem Paedi GA- und 29 mit einem Codman Hakim-Ventil versorgt worden waren. Es zeigte sich in dieser extrahierten Kohorte, dass beide Ventile im Hinblick auf das Shuntüberleben kongruente Revisionsraten aufwiesen, obwohl in beiden Gruppen unterschiedliche Altersstrukturen und somit auch unterschiedliche Primäroperationsindikationen vorlagen. Als häufigste Ursache der Revisionsoperation zeigte sich der posthämorrhagische Hydrozephalus und junges Alter (< 12 Monate) bei Primärimplantation. Festzuhalten bleibt, dass der Shunttyp das Risiko für Komplikationen oder für eine Revisionsoperation, auf Grundlage dieser Studie, nicht beeinflusst und die Wahl des geeigneten Shuntsystems anderen Kriterien unterliegt. Wichtig erscheint uns in zukünftigen Studien, die genaue Pathophysiologie eines Shuntversagens zu untersuchen, um folglich die Faktoren, die über das Shuntüberleben entscheiden, zu detektieren.

Mit Hilfe zweier Fragebogen konnten wir eine shuntbedingte Kopfschmerzsymptomatik und Einbußen in der Lebensqualität nicht nachweisen. Hier stehen prospektive randomisierte Untersuchungen von postoperativer Kopfschmerzsymptomatik aus.

Abkürzungen

Abb.	Abbildung
CT	Computertomographie
et al.	„et alii“, Latein: „und andere“
mm/cm/ml H ₂ O	Millimeter/Zentimeter/Milliliter Wassersäule
MRT	Magnetresonanztomographie
SIKI	Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern
vs.	„versus“, Latein: „gegen“

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Anatomie des Liquorsystems	2
1.2	Das Krankheitsbild Hydrozephalus	4
1.2.1	Definition	4
1.2.2	Posthämorrhagischer Hydrozephalus	8
1.2.3	Diagnostik	10
1.2.4	Operative Therapieformen	13
1.3	Shuntsysteme und ihr Aufbau	14
1.3.1	Verstellbare vs. nicht-verstellbare Ventile	16
1.3.2	Komplikationen	17
1.4	Fragestellung	19
2.	Material und Methode	20
2.1	Versuchsansatz und Vorgehen	20
2.1.1	Aktenstudie	20
2.1.2	Patientenbefragung	21
2.1.3	Ethikvotum	22
3.	Ergebnisse	23
3.1	Aktenstudie	23
3.1.1	Primäroperationen	23
3.1.2	Revisionsoperationen	25
3.1.3	Vergleich zwischen Patienten mit Paedi GA- und Codman Hakim-Ventil	27
3.2	Patientenbefragung	33
3.2.1	SIKI-Fragebogen	33
3.2.2	Klinikinterner Fragebogen	42
4.	Diskussion	48
4.1	Aktenstudie	48
4.1.1	Operationsindikation, Revisionsraten und Latenzzeit bis zur ersten Revision	48
4.1.2	Revisionsindikationen	50
4.1.3	Paedi GA- vs. Codman Hakim-Ventil: Ventilbezogene Revisionsraten	51
4.2	Patientenbefragung: SIKI-Fragebogen	53

4.3	Patientenbefragung: Klinikinterner Fragebogen	54
5.	Schlussfolgerung	57
6.	Literatur- und Quellenverzeichnis	59
7.	Anhang	63

1. Einleitung

„Kaum einem anderen pathologischen Zustand wurde seitens der Ärzteschaft mehr gezielte Aufmerksamkeit verliehen als dem Hydrozephalus ... und bei kaum einem anderem Zustand waren die Heilmethoden so schwer fassbar oder scheiterten so oft aus rein mechanischen Behinderungen.“ (*„Hardly any other pathological condition has been accorded more determined attention on the part of the medical profession ... than has hydrocephalus. And in hardly a single other condition have cures been so elusive or so often wrecked on purely mechanical obstacles.”*) [1]. Davidoff kritisierte diesen Umstand bereits im Jahr 1925, ein viertel Jahrhundert bevor die Therapie des Hydrozephalus durch die Entwicklung von Ventilen, Silikonkathetern und Shuntsystemen einen Durchbruch erlangte.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem pädiatrischen Hydrozephalus. Dabei handelt es sich um eine pathologische Ansammlung von Liquor, welcher aufgrund unterschiedlichster Primärprobleme als Symptomkomplex resultiert. Hippokrates (466 – 370 v. Chr.) war einer der ersten, welcher den Begriff des Hydrozephalus in seinen Aufzeichnungen anbrachte [3]. Um Patienten mit einem Hydrozephalus helfen zu können, ist meistens eine Operation notwendig. 1958 wurde von Ames der Startschuss für die Entwicklung von Ventrikuloperitonealen Shuntsystemen gegeben und es folgten in den 1970er Jahren Operationen an Kindern und Erwachsenen [2]. Heutzutage werden 98% der Kinder mit Hydrozephalus mittels eines Ventrikuloperitonealen Shunts, einer Ableitung des Liquors über ein Kathetersystem aus den Hirnventrikeln in die Bauchhöhle, behandelt, bei welchem der Operateur zwischen 200 Ventiltypen und mehr als 400 Druckstufen wählen kann [3].

Hauptaspekt dieser Dissertation ist ein Vergleich zweier Shuntsysteme, welche an der Neurochirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf in der pädiatrischen Neurochirurgie regelmäßig zur Behandlung genutzt werden. Insbesondere werden nicht-verstellbare mit verstellbaren Ventilen/Shuntsystemen verglichen sowie entsprechende Revisionsraten herausgearbeitet.

Hinsichtlich der eingangs zitierten Aussage von Davidoff sind die Heilmethoden bei Hydrozephaluspatienten im 21. Jahrhundert nun fassbarer geworden. Die modernen Shuntsysteme weisen aber immer noch mechanische und funktionelle Probleme auf, die zu wiederholten Shuntrevisionen führen können. Zweifellos genießt das Thema „Hydrozephalus“ noch immer eine hohe ärztliche Aufmerksamkeit.

Die vorliegende Arbeit analysiert somit retrospektiv die Operationsindikationen, Revisionsraten und Risikofaktoren moderner Ventrikuloperitonealer Shuntsysteme bei pädiatrischen Hydrozephaluspatienten. Weiterhin wurden mit Hilfe zweier Fragebögen eine shuntbedingte Kopfschmerzsymptomatik und mögliche Einbußen in der Lebensqualität der Kinder im Rahmen dieser Arbeit untersucht.

1.1 Anatomie des Liquorsystems

Der Liquor cerebrospinalis nimmt als klare Körperflüssigkeit verschiedene Aufgaben wahr. Mechanisch kann diese als Flüssigkeitskissen Bewegungen und Stöße abdämpfen und bewirkt außerdem, dass das tatsächliche Gehirngewicht von ca. 1.500 g durch die Wirkung des Auftriebs dem Einfluss der Schwerkraft entzogen und somit auf ein physikalisches Effektivgewicht von ca. 50 g reduziert wird [7, 8]. Eine weitere Aufgabe ist die Konstanthaltung des extrazellulären Milieus unter Mitbeteiligung an der Regulation des Atemzentrums über den Kohlenstoffdioxidgehalt [8].

Das Liquorsystem besteht aus einem inneren und äußeren Anteil. Direkt dem Hirnparenchym anliegend befindet sich zunächst die weiche Hirnhaut Pia mater, die die Gehirnoberfläche bedeckt und diese auch in den Sulci auskleidet. Die Arachnoidea mater liegt der Pia mater an und bildet mit dieser bindegewebige spinnwebenartige Verbindungen. Der Raum zwischen diesen beiden Hirnhäuten ist der Subarachnoidalraum. Gemeinsam mit physiologischen Erweiterungen dieses Raums, mit den Liquorzisternen, stellt er den äußeren Liquorraum dar. Außen anliegend und mit dem Periost des Schädelknochens verwachsend, befindet sich die harte Hirnhaut Dura mater [5].

Das innere Liquorsystem, welches vom Gehirn umgeben ist, besteht aus zwei Seitenventrikeln in den beiden Großhirnhemisphären, dem „Dritten Ventrikel“ im Zwischenhirn und dem „Vierten Ventrikel“ im Rautenhirn. Die Ventrikel sind miteinander verbunden (Abb. 1) und bilden gemeinsam das Ventrikelsystem. Vor allem in den Seitenventrikeln befindet sich der Plexus choroideus, der aus Gefäßknäueln und Plexusepithel besteht und der Ort der Liquorproduktion ist [7, 8]. Der Liquor cerebrospinalis fließt von den Seitenventrikeln über je ein Foramen interventriculare Monroi in den Dritten und weiter über den Aqueductus mesencephali in den Vierten Ventrikel [7]. Dieser bildet mit drei Recessus, zwei Aperturæ laterales (Foramina

Luschkae) und einer Apertura mediana (Formamen Magendii), die Verbindungsstelle mit dem äußeren Liquorraum [7]. Gelangt der Liquor nun in das äußere Liquorsystem, sorgen die Granulationes arachnoideae, die in das von Dura mater gebildete venöse Sinussystem ragen, für die Ableitung und Resorption des Liquor cerebrospinalis in das venöse System. Im Wirbelkanalbereich übernehmen Lymph- und Venenplexus an den Austrittsstellen der Spinalnerven diese Aufgabe [7, 8]. Der beschriebene Liquorweg

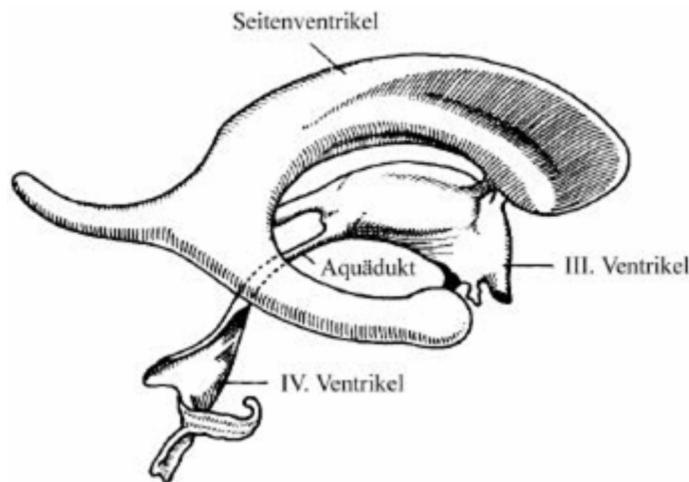


Abb. 1: Inneres Liquorsystem.

Mit freundlicher Genehmigung von: Simon C, Geile G (1991) Pädiatrie: Lehrbuch der Kinderheilkunde 6. Auflage, S. 321-326. Schattauer Verlag, Stuttgart, New York [9]

ist die allgemein gängige Vorstellung der Liquorphysiologie, die in den meisten Lehrbüchern zu finden ist. Zusammenfassend muss jedoch festgehalten werden, dass bis heute die genauen Resorptionsmechanismen nicht endgültig geklärt sind. Demzufolge wird deutlich, dass ein Verständnis- und Definitionsproblem für Erkrankungen und Symptome resultiert, die, wie beim Hydrozephalus, in Zusammenhang mit der Liquorzirkulation und Produktion stehen. Gesichert ist, dass die Liquorresorption von enormer Wichtigkeit sein muss, da dem Fassungsvermögen des Liquorraums von 100-160 ml eine Liquorproduktion von 140-600 ml/Tag gegenübersteht [7]. Unter physiologischen Bedingungen gleichen sich Liquorproduktion und Liquorresorption aus. Die Volumina bestehend aus Blut, Liquor und Hirngewebe innerhalb des Schädels bleiben unter physiologischen Bedingungen als Gesamtvolumen konstant, sodass eine Volumenzunahme eines Kompartiments eine Volumenminderung eines anderen Anteils zur Folge hat [8]. Dieses Phänomen wurde bereits im 19. Jahrhundert als sogenannte „Monro-Kellie-Doktrin“ beschrieben. Im starren Schädel können sich die drei beschriebenen Anteile Blut, Liquor und Hirngewebe nicht ausdehnen, ohne dass ein anderes dieser Kompartimente im

Volumen zurückgehen muss. Ziel dieses Mechanismus ist die Konstanthaltung des intrakraniellen Drucks [8].

1.2 Das Krankheitsbild Hydrozephalus

1.2.1 Definition

Der Begriff „Hydrozephalus“ kann aus der griechischen Sprache abgeleitet werden und setzt sich aus zwei Wortanteilen zusammen. Der erste Wortanteil „*hydro*“ lässt sich mit „Wasser“ übersetzen. Gemeinsam mit dem darauf folgenden Wortanteil „*zephalus*“, welcher vom Begriff „*kephalé*“ abstammt und mit „Kopf“ zu übersetzen ist, wird dieses im Volksmund als „Wasserkopf“ bezeichnet. Es handelt sich hierbei jedoch nicht um eine Erkrankung per se, sondern um einen pathophysiologischen Zustand und ein Symptom mit oder ohne Grunderkrankung [11]. Jedoch bereitet die Definition dieses pathophysiologischen Zustands Schwierigkeiten, da es in der bisher hundertjährigen wissenschaftlichen Geschichte des Hydrozephalus nicht gelungen ist, dieses Phänomen vollends zu verstehen [11, 12]. Unterschiedlichste und weltweit nicht übereinstimmende Klassifikationsansätze und -kriterien tragen nicht zu Transparenz im klinischen Alltag bei. Oi et al. (2010) beschrieb die Klassifikation des Hydrozephalus als die „entscheidungsrelevanteste, jedoch komplizierteste Herausforderung der Hydrozephaluswissenschaft“, da sich diese auf fast alle Betrachtungsweisen wie Terminologie, Pathophysiologie, kongenitale syndromale Erkrankungen und Diagnostik stütze [11]. Es kommt erschwerend hinzu, dass die Liquorphysiologie und die damit zusammenhängende Pathophysiologie nicht bis ins Detail erforscht und verstanden sind. Mit Dandy und Blackfan wurde 1914 der Grundstein für die Erforschung des Hydrozephalus gelegt. Sie experimentierten an einem Hund, indem sie künstlich eine Obstruktion des Aquädukts herbeiführten. Sie zeigten eine davon proximal gelegene Ventrikelerweiterung. Nachdem sie dann den Plexus Choroideus entfernten, verschwand diese [6]. Fazit dieses Experiments war, dass zum einen ein Zusammenhang zwischen Liquorproduktion im Plexus Choroideus und Obstruktion der Liquorwege in Hinblick auf die Entstehung eines Hydrozephalus bestand und seine operative Entfernung, die Choroidplexektomie, zur Heilung verhalf [6]. Chirurgen übertrugen das Experiment auf den Menschen und führten die

Choroidplexektomie als populäre chirurgische Methode vor allem in den USA gehäuft durch. Aufgrund schlechter Ergebnisse wurde wenig später von dieser Operationsmethode Abstand genommen [13, 14].

Als Definition bleibt festzuhalten, dass bei einem Hydrozephalus eine Erweiterung der Liquorräume entsteht, welche beispielsweise magnetresonanztomographisch nachgewiesen werden kann (Abb. 2). Dandy und Blackfan teilten 1914 den Hydrozephalus in einen kommunizierenden und nicht-kommunizierenden Hydrozephalus ein, nachdem sie davon ausgingen, dass ein Hydrozephalus dann entsteht, wenn der Liquor cerebrospinalis von seinem Bildungsort nicht bis zu seinem Absorptionspunkt gelangen kann [6]. Diese Klassifikationsweise mit der Unterscheidung zwischen Hydrocephalus communicans und noncommunicans ist

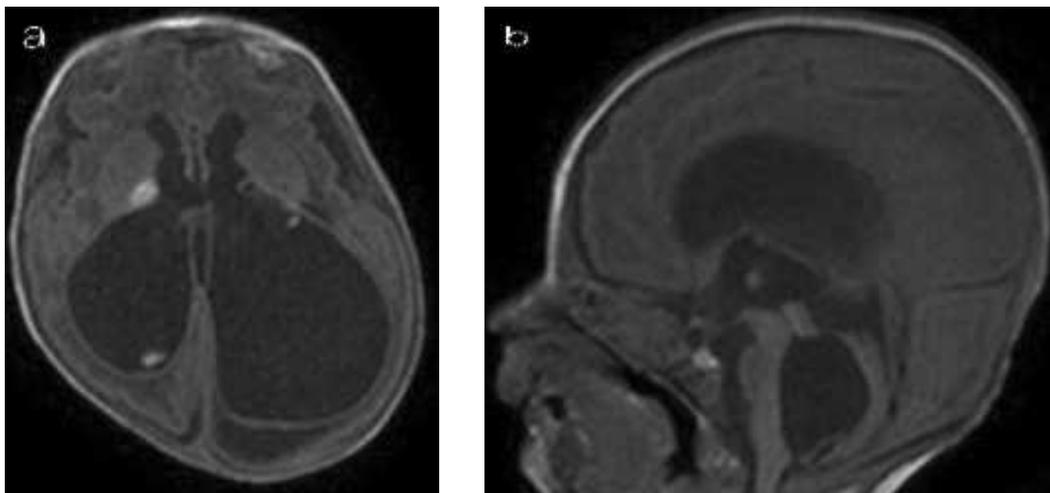


Abb. 2: MRT-Bilder: Erweiterung der Seitenventrikel (a,b) und des Vierten Ventrikels (b). Modifiziert nach und mit freundlicher Genehmigung von: Springer Science + Business Media, Tsitouras V, Sgouros S (2011) Infantile posthemorrhagic hydrocephalus. Childs Nerv Syst 27: 1595-1608 [15]

bisher und seit fast 100 Jahren anerkannt, obwohl an der Wissenschaftlichkeit des Experiments von Dandy Zweifel aufkommen, denn es handelte sich lediglich um einen einzigen Tierversuch, zumal dieser auch nicht reproduziert werden konnte [16].

Kommunizierend bedeutet, dass äußerer und innerer Liquorraum weiterhin miteinander in Verbindung stehen, sodass hier am ehesten eine Liquorresorptionsstörung oder eine pathologische Mehrproduktion besteht [22]. Die häufigste Ursache ist der Hydrocephalus malresorptivus. Die Pathophysiologie findet sich in der gestörten Rückresorption aus dem äußeren Liquorraum in das venöse System mit resultierender Liquorpassagestörung [23, 25]. Ursächlich sind

Vernarbungen oder Fibrosen der arachnoidalen Ausstülpungen durch posthämorrhagische, traumatische oder Infekt bedingte Zustände [8, 23]. Beim Hydrozephalus durch eine Meningitis kann auch eine vermehrte Liquorproduktion bei pathologischem Reizzustand des Plexus Choroideus zugrunde liegen, welche zu Erweiterung des Liquorraums zum sogenannten Hydrozephalus hypersecretorius führt [21, 22].

Nicht-kommunizierend heißt, dass zwischen innerem und äußerem Liquorraum eine Blockade besteht und der freie physiologische Liquorfluss von inneren zu äußeren Liquorräumen behindert ist. Die Abflussbehinderung führt zum Rückstau des Liquors und somit zur Erweiterung der inneren oder äußeren Liquorwege [24]. Es besteht ein Hydrozephalus occlusivus, ein Verschlusshydrozephalus durch eine Liquorpassagestörung durch beispielsweise Aquäduktstenosen, Tumoren des Vierten Ventrikels oder Kleinhirns, Obstruktionen des Foramen Monroi oder auch nach Entzündungen und durch posttraumatisch entstandene Blutgerinnsel [8, 21]. Weitere mögliche Ursachen für einen Hydrozephalus noncommunicans sind Malformationen wie Dysrhaplien, unter welche Meningozelen, Myelomeningozelen und die Spina bifida fallen [26]. Hier besteht eine pathologische Spaltbildung der Wirbelsäule, bei welcher, je nach Dysrhaphe, zusätzlich Anteile des Rückenmarks hervortreten können [26]. Bei bis zu 90% der Patienten mit Myelomeningozele tritt ein Hydrozephalus auf, da in diesen Fällen auch eine Chiari-Malformation Typ 2 mit Kleinhirntonsillenverschiebung, Veränderungen der hinteren Schädelgrube oder Aquäduktstenosen vorliegen können [26].

Es kann festgehalten werden, dass die Einteilung eines Hydrozephalus einerseits deskriptiv nach der Lokalisation, unter welche der Hydrozephalus internus und externus und communicans fallen, getroffen werden kann [21]. Andererseits bietet die zu Grunde liegende Pathophysiologie eine weitere Einteilungsmöglichkeit, innerhalb welcher der posthämorrhagische Hydrozephalus fällt [21]. Des Weiteren kann die Einteilung nach der Ätiologie erfolgen.

Seither gibt es verschiedene Hypothesen zur Pathogenese des Hydrozephalus. Eine davon ist die Theorie des „transmantle pressure gradient“. Diese beschreibt eine Ventrikelvergrößerung aufgrund eines Druckunterschieds zwischen Ventrikeldruck und Druck im Subarachnoidalraum, wobei ein höherer Druck in den Ventrikeln zu einer Erweiterung dieser führt. Jedoch konnte diese Theorie nicht untermauert werden und wurde 2002 von Stephensen als nicht haltbar postuliert [17].

Ein weiteres pathophysiologisches Konstrukt ist die „Vasogene Hypothese“ von Williams (2008), welche besagt, dass ein Hydrozephalus aufgrund einer venösen Insuffizienz und des dadurch fehlenden venösen Abtransports entsteht [18]. Eine venöse Insuffizienz entwickelt sich beispielsweise bei einer intrakraniellen Raumforderung, welche auf die Venen drückt und somit den venösen Abtransport behindert [18].

Im Jahr 2009 veröffentlichte Rekte et al. eine erweiterte Definition und Klassifikationsweise [10]. Diese Definition besagt, dass ein Hydrozephalus eine aktive Dehnung des Ventrikelsystems im Gehirn darstellt, welche aufgrund einer unzureichenden Passage des Liquor cerebrospinalis vom Produktions- bis zu seinem Absorptionsort entsteht [10].

Klarica veröffentlichte 2009 eine weitere neue Hypothese. Diese besagt, dass die Interstitielle Flüssigkeit und der Liquor cerebrospinalis eine Einheit bilden und durch osmotische und hydrostatische Druckänderungen in Mikrogefäßen reguliert werden [19]. Wasser wird durch hydrostatischen Druck durch arterielle Mikrogefäße gepresst und über Osmose durch venöse Mikrogefäße wieder aufgenommen [19]. Diese Gefäße können sich laut Klarica nicht im Plexus Choroideus befinden, da diese Gefäße rund 5.000 Mal kleiner als parenchymale Gefäße sind [12, 19].

An diesen jüngeren Definitionsversuchen lässt sich erkennen, dass seit der Definition und Betrachtungsweise von Dandy vor 100 Jahren bis heute im Hinblick auf eine einheitliche Definition keine maßgebenden Veränderungen zu verzeichnen sind. Auch heute wird ein Zusammenhang zwischen dem Symptomkomplex des Hydrozephalus und der Liquorproduktion, seiner Zirkulation sowie der Hydrozephalusbildung postuliert, obwohl Liquorproduktions- und Liquorabsorptionsmechanismen nicht bis ins Detail erforscht und verstanden sind.

Die bisher favorisierte und auch in den Lehrbüchern gegenwärtige Hypothese zur Entstehung eines Hydrozephalus ist diejenige, dass ein Hydrozephalus besteht, wenn eine symptomatische Zunahme des Liquorvolumens aufgrund eines Missverhältnisses zwischen Liquorproduktion und Liquorresorption entsteht [8]. Unterschieden werden hierbei vermehrte Liquorproduktion, verminderte Liquorresorption und Obstruktion der Liquorzirkulation [8]. Die Zunahme des Liquorvolumens führt zunächst zu einer Steigerung des Liquordrucks, welcher zu einer reversiblen Kompression der weißen Substanz, später jedoch zu Gewebsuntergang und damit zu Hirnatrophie führt [20]. Entscheidend ist die Manifestationszeit des Hydrozephalus. Folglich werden akuter

und chronischer Hydrozephalus unterschieden. Hervorzuheben ist hier, dass sich die akute Form bereits innerhalb von Tagen bis Wochen entwickelt und mit erheblich erhöhtem intrakraniellm Druck und nur mäßig erweiterten Ventrikeln einhergeht [20]. Der chronische Hydrozephalus hingegen zeigt stark erweiterte Ventrikel, wenig erhöhten Liquordruck und besteht meist seit Monaten oder Jahren [20].

1.2.2 Posthämorrhagischer Hydrozephalus

Der posthämorrhagische Hydrozephalus wird aus pathophysiologischen Gründen in den des Erwachsenen und den des Säuglings unterteilt. Genutzt wird der Begriff des posthämorrhagischen Hydrozephalus meist bei Frühgeborenen nach intraventrikulärer Blutung. Jedoch kann auch beim Erwachsenen nach einer Blutung ein posthämorrhagischer Hydrozephalus entstehen.

Ein posthämorrhagischer Hydrozephalus im Rahmen einer Liquorresorptionsstörung beim Erwachsenen entsteht als Folge intrakranieller Blutungen, von welchen am häufigsten die subarachnoidale oder intraventrikuläre Blutung zu einem Hydrozephalus führen [25]. Die intraventrikuläre Blutung ist die häufigste Komplikation einer intrazerebralen Blutung beim Erwachsenen, wobei diese meist spontan bei Bluthochdruckkrisen, Ruptur arteriosklerotisch veränderter Gefäße oder unter einer Antikoagulantientherapie als sekundäre intraventrikuläre Hämorrhagie entsteht [27]. Einerseits können Blutkoagel den Liquorfluss verlegen, andererseits kann eine Arachnoiditis mit Verklebungen entstehen, welche in der Folge die Liquorresorption in das venöse System stören [27, 28].

Der kindliche Hydrozephalus wird über die altersgemäßen Normwerte der Ventrikelweite definiert. Es liegt ein Hydrozephalus vor wenn die Ventrikelweite 4 mm über der 97. Perzentile liegt [29]. Normwertetabellen des altersentsprechenden Kopfumfangs, der Schädelnähte und des intrakraniellen Drucks helfen bei der Entscheidung zur möglicherweise nötigen Therapie. Beim posthämorrhagischen Hydrozephalus des Säuglings wird die Gruppe der Säuglinge in Frühgeborene und reife Neugeborene unterteilt [30].

Bei einer intrakraniellen Blutung eines Frühgeborenen stehen das Absterben von weißer Substanz, die sogenannte periventrikuläre Leukomalazie, peri- und intraventrikuläre Blutungen, sowie ursächlich dafür, Hypoxie und Hyperkapnie im

Vordergrund [30]. Die intrakranielle Blutung betrifft 7-30% der frühgeborenen Kinder, von welchen wiederum 25-80% einen therapiebedürftigen Hydrozephalus entwickeln [15]. Dabei spielen das Gestationsalter von weniger als 28 Schwangerschaftswochen und ein Geburtsgewicht von unter 1.000 Gramm eine entscheidende Rolle [31]. Bei diesen Frühgeborenen ist die Germinalmatrix, eine Schicht des sich entwickelnden Gehirns bestehend aus neuroepithelialen Zellen, welche zwischen der 22. und 28. Schwangerschaftswoche stark ausgebildet und metabolisch aktiv ist, von großer Bedeutung [31]. Diese Schicht besitzt große, jedoch sehr vulnerable Gefäße, die durch Hypoxie und Blutdruckschwankungen leicht rupturieren können [31]. Das intrakranielle Gewebe und die Gefäße sind noch unreif und fragil, hinzu kommt die gestörte und noch unterentwickelte Autoregulation der zerebralen Durchblutung, welche in Kombination zu einem erhöhten Blutungsrisiko führen [30]. Zu den ursächlichen Faktoren einer intrakraniellen Blutung beim Frühgeborenen schließen sich, neben der zugrunde liegenden Frühgeburtlichkeit per se, belastende Faktoren wie Hypothermie, Blutdruckschwankungen, Hypoxie, Hyperkapnie und grobe Handhabung des Frühgeborenen an [30]. Ein niedriger APGAR-Score („*appearance, pulse, grimace, activity, respiration*“) bei der Geburt zur Beurteilung des Vitalzustands des Neugeborenen, sowie eine bestehende Anämie oder persistierender Ductus arteriosus Botalli können als Hinweise für eine intrakranielle Blutung dienen [30]. Nach einer intrakraniellen Blutung entstehen häufig obliterierende und fibrosierende Arachnoiditiden, welche die Liquorzirkulation stören und somit zur Komplikation des posthämorrhagischen Hydrozephalus führen. Wichtigstes Diagnostikum ist hier die zerebrale Sonographie [29]. Die Hirnblutung beim Frühgeborenen wird in vier Stadien nach L.A. Papile oder in drei Grade nach DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) wie folgt eingeteilt [30]:

Grad I: subependymale Blutung

Grad II: intraventrikuläre Blutung beträgt weniger als 50% des Ventrikelvolumens

Grad III: intraventrikuläre Blutung beträgt mehr als 50% des Ventrikelvolumens

(Grad IV: intraparenchymatöse Blutung nach L.A. Papile)

Leichte Blutungen, wie dies bei Grad I der Fall ist, sind meist symptomlos und haben eine gute Prognose. Im Gegensatz dazu führen ausgeprägte Hämorrhagien über die Zerstörung des Hirngewebes zu bleibenden motorischen Funktionsstörungen wie Krampfanfällen, unregelmäßiger Atmung und Hypotonien sowie zu mentalen und

kognitiven Problemen und letztendlich zur Bildung eines Hydrozephalus [30]. Dieser entsteht pathophysiologisch aufgrund von Blutgerinnseln, die nach einer intraventrikulären Blutung in den Foraminae des Vierten Ventrikels stecken bleiben und so zu einem Verschluss zwischen inneren und äußeren Liquorräumen führen können [29]. Der so entstandene posthämorrhagische Hydrozephalus kann wiederum über einen erhöhten intraventrikulären Druck das umgebende junge Hirnparenchym schädigen [29].

Anders als bei Frühgeborenen entstehen bei reifen Neugeborenen intrakranielle Blutungen meist durch Einrisse im Tentorium, der Falx cerebri, der Sinus oder der Vena Galeni. Diese sind meist geburtstraumatisch bedingt und führen zu Subdural- oder Subarachnoidalblutungen [30].

50-60% der Säuglinge mit intrakranieller Blutung benötigen eine Liquorableitung durch Versorgung mit einem Ventrikuloperitonealem Shunt [29].

1.2.3 Diagnostik

Klinische Diagnostik

Die Symptome hängen vom Alter des Patienten, der zeitlichen Komponente des Auftretens des Hydrozephalus und der zugrunde liegenden Erkrankung ab.

Beim Erwachsenen sind Leitsymptome des Hydrozephalus Hirndruckzeichen wie Kopfschmerz, Übelkeit, Erbrechen, Sehstörungen wie z.B. Doppelbilder, Stauungspapillen und Vigilanzminderung typisch [8]. Das Doppelbildsehen entsteht durch einen Ausfall des Nervus abducens im Hirnstammbereich [8]. Wird der Hydrozephalus nicht adäquat erkannt und therapiert und sind die Kompensationsmechanismen des Gehirns erschöpft, führt dieser Zustand zur Einklemmung des oberen Hirnstammanteils sowie des Uncus hippocampi in den Tentoriumschlitz [33]. Zudem können die Kleinhirntonsillen in das Foramen magnum eingeklemmt werden und durch Druck auf die Medulla oblongata zu Koma, pathologischen Reflexen, Blutdrucksenkung, Sistieren der Atmung und schließlich zum Hirntod führen [33].

Bei Säuglingen und Kleinkindern fallen erst die Spätsymptome auf, da bei ihnen die Schädelnähte noch nicht verschlossen, die Fontanellen noch offen sind und der



Abb. 3: Zeichnung einer starken Kopfumfangsvergrößerung eines älteren Kindes.
Mit freundlicher Genehmigung von: Oxford University Press, Missori P, Paolini S, Currà A (2010) From congenital to idiopathic adult hydrocephalus: a historical research. Brain 133: 1836-1849 [32]



Abb. 4: Eine frühe Darstellung eines kindlichen Hydrozephalus.
Mit freundlicher Genehmigung von: Oxford University Press, Missori P, Paolini S, Currà A (2010) From congenital to idiopathic adult hydrocephalus: a historical research. Brain 133: 1836-1849 [32]

erhöhte intrakranielle Druck durch Kopfumfangsvergrößerung (Abb. 3 und 4) kompensiert werden kann. Bei der klinischen Untersuchung fallen dabei die „gespannten“ Fontanellen, eine veränderte Kopfform mit „Balkonstirn“ und eine erweiterte Schädelkalotte auf [24]. Außerdem kann das Sonnenuntergangsphänomen, das durch teilweises „Versinken“ der unteren Pupillenanteile hinter das untere Augenunterlid gekennzeichnet ist, als Ausdruck der Hirndrucksteigerung bei Kindern auftreten (Abb. 5) [34]. Dies wird auf eine Kompression der Lamina tecti durch den dilatierten Dritten Ventrikel zurückgeführt

[20]. Bradykardie, Apnoe, Krampfanfälle, Papillenödem, Lethargie und ein beschleunigtes Kopfwachstum gehören zu den weiteren klinischen Anzeichen [20].



Abb. 5: Kind mit Sonnenuntergangsphänomen der Augen.
Mit freundlicher Genehmigung von: Walter de Gruyter, Klinisches Wörterbuch -
Psyhyrembel 261. Auflage, Berlin & New York, 2007, S.1794, Abbildung 46 [34]

Radiologische Diagnostik

Für die Hydrozephalusdiagnostik sind unterschiedliche bildgebende Verfahren wie die Ultraschalldiagnostik sowie MRT- oder CT-Untersuchungen von Bedeutung. Die transkraniale Sonographie stellt beim Säugling die primäre radiologische Untersuchung dar, da durch die offene fontanelle eine Beurteilung der Ventrikelweite und über die dynamische Darstellung intrazerebraler Druckwerte, Aussagen über den intrazerebralen Druck möglich sind [24]. Vorteile dieser Untersuchungsmethode sind ihre schnelle Verfügbarkeit, ihre fehlende Invasivität und Strahlenbelastung sowie die Möglichkeit, diese Untersuchung am Patientenbett am wachen, nicht sedierten Kind durchführen zu können. Allerdings ist diese Diagnostik anwenderabhängig. Die CT- und MRT-Untersuchungen des Schädels ergeben die morphologisch besten Ergebnisse und werden meist bei unklaren Sonographiebefunden am Kind durchgeführt. Die MRT-Untersuchung kann durch ihre höhere räumliche Auflösung den Ort und die Ursache der Liquorzirkulationsstörung zeigen, da Liquorflussmessungen möglich sind [24]. Vorteil ist die fehlende Strahlenbelastung. Nachteil ist die meist nötige Sedierung des Kindes, da sich für die Bildaufnahme der Patient absolut ruhig verhalten muss. Eine CT-Untersuchung ist bei Kindern meist nach einem Schädel-Hirn-Trauma oder zum Ausschluss einer intrazerebralen Blutung sinnvoll. Die Indikation für diese Untersuchungsmethode wird bei Kindern, aufgrund der applizierten Strahlenbelastung, zurückhaltend gestellt. Im

CT ist die Dilatation der Temporalhörner, welche normalerweise kaum sichtbar sind, das erste und empfindlichste Anzeichen für eine Ventrikelerweiterung [24].

1.2.4 Operative Therapieformen

Unterschieden werden dauerhafte und temporäre operative Behandlungsmaßnahmen. Therapieziel ist es, einen erhöhten Hirndruck und die damit verbundenen Komplikationen zu vermeiden.

Zu den temporären Behandlungsformen gehört die externe Ventrikeldrainage. Hierbei wird ein Katheter über ein frontales Bohrloch im Vorderhorn eines Seitenventrikels platziert [35]. Es bietet die Möglichkeit der schnellen Liquorentlastung, sowie der Liquorentnahme für diagnostische Zwecke und der Überwachung des intrakraniellen Drucks (Abb. 6) [35].



Abb. 6: Sicht auf einen liegenden Patienten mit einer externen Ventrikeldrainage.
Mit freundlicher Genehmigung von: Springer Science + Business Media, Januschek E, Machado LS, Steinthal B, Ulrich PT (2011) Posthemorrhagic hydrocephalus in very low birth weight infants--a new gentle surgical technique for external ventricular drainage. Childs Nerv Syst 27: 991-994 [36]

Die definitive und häufigste durchgeführte operative Therapie beinhaltet die Implantation eines Shuntsystems. Als Standard gilt hier die ventrikuloperitoneale Ableitung des Liquors [8]. Eine seltenere Methode ist die ventrikuloatriale Ableitung. Bei diesen beiden Varianten wird eine subcutane Verbindung mit Hilfe eines Kunststoffkatheters, bestehend aus einem Ventrikel- und Peritonealkatheter sowie aus einem dazwischen geschalteten Ventil, zwischen einem Seitenventrikel und dem Peritoneum oder Herzen hergestellt [37]. Der Ventrikelkatheter wird im Vorderhorn des Seitenventrikels platziert, wie dies schematisch Abbildung 7 zeigt.

Eine weitere seltenere Liquordrainage stellt die lumboperitoneale Drainageform da, bei welcher der Liquor aus dem lumbalen Subarachnoidalraum ins Peritoneum abgeleitet wird [40]. Weiterhin existiert die endoskopische Ventrikulostomie, bei welcher über ein Bohrloch ein Endoskop eingeführt wird und wobei der Boden des Dritten Ventrikels perforiert und dieses Loch im Anschluss dilatiert wird, um eine Kommunikation zur präpontinen Zisterne und somit zum äußeren Liquorraum zu ermöglichen [37, 39]. Diese therapeutische Möglichkeit kann eine dauerhafte Versorgung mit einem Ventrikuloperitonealem Shunt verhindern [38].

Die Voraussetzung für jede Liquordrainage ist ein Druckgefälle zwischen intrakraniell und extrakraniell Raum [41]. Dieses Druckgefälle ist gerade beim Neugeborenen und Säugling nicht immer vorhanden, da offene Schädelnähte und Fontanellen ein kompensatorisches Schädelwachstum begünstigen und der niedrige

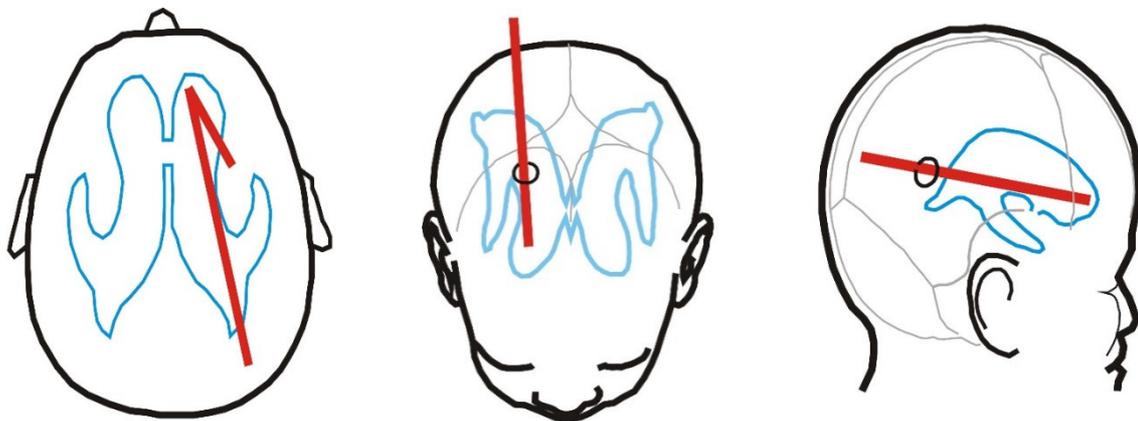


Abb. 7: Position des proximalen Katheters (roter Strich) im Seitenventrikel (blau umrandet), Sicht aus unterschiedlichen Perspektiven

Gewebsturgor, aufgrund zerebraler Gewebeunreife, zur Auspressung von extrazellulärer Flüssigkeit und damit zu niedrig bleibenden Hirndrücken führt [41]. Außerdem bewirkt die meist liegende Haltung von Säuglingen einen fehlenden hydrostatischen Druckunterschied zwischen Kopf und Abdomen [41].

1.3 Shuntsysteme und ihr Aufbau

Ein Ventrikuloperitoneales Shuntsystem ist ein Ableitungssystem für den Liquor cerebrospinalis, welcher von einem Seitenventrikel mittels eines Katheters in den intraperitonealen Raum abgeleitet wird. Es wird hierbei eine mechanische Verbindung

zwischen Ventrikelsystem und intraperitonealem Raum hergestellt. Dazwischen befindet sich ein Ventil, das den Durchfluss von Liquor reguliert. Abbildung 8 zeigt den Aufbau eines solchen Shuntsystems, das aus einem Ventrikelkatheter, einem Peritonealkatheter und einem integrierten Ventil besteht. Die mittlere Einheit des Shuntsystems wird durch das Ventil gebildet und subcutan meist hinter dem Ohr platziert (Abb. 8). Heutzutage kommen am häufigsten Kugelventile zum Einsatz [8].

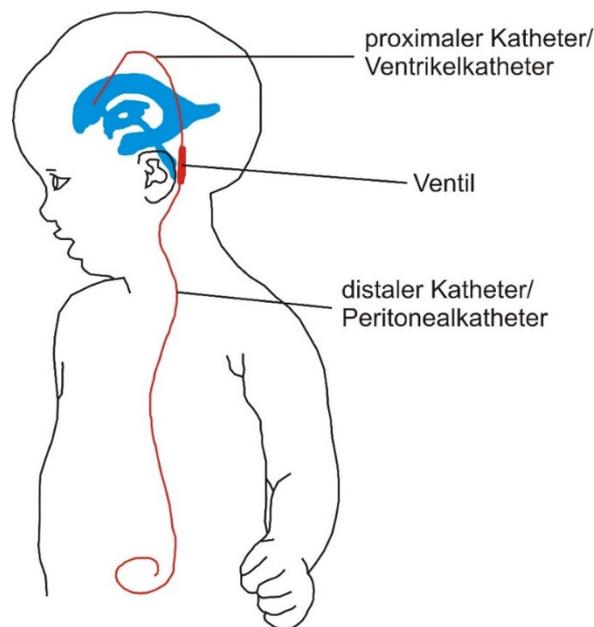


Abb. 8: Lage und Komponenten eines Ventrikuloperitonealen Shuntsystems (rot), das Ventrikelsystem ist blau markiert.

Modifiziert und mit freundlicher Genehmigung: Springer Science + Business Media, Nakano S, Sugimoto T, Kawasoe T, Koreeda A, Kondo K, Ikeda T, Kai K, Wakisaka S (2007) Staged operations for posthemorrhagic hydrocephalus in extremely low-birth-weight infants with preceding stoma creation after bowel perforation: surgical strategy. Childs Nerv Syst 23: 459-463 [43]

Weiterhin ist in modernen Shuntsystemen als Zusatz zum Kugelventil meist ein „Schwerkraft kompensierendes Gerät“ („*gravity compensating device*“) installiert, das einen Siphoneffekt mit gefährlicher Sogwirkung in aufrechter Körperposition ausgleicht und so in Abhängigkeit zur Körperposition die Liquordrainage kontrolliert [8, 41]. Bei einem Kugelventil verschließt eine Kugel mit Hilfe der Federspannung einer Spiralfeder einen Konus, durch welchen Liquor drainiert wird. Wird die Federspannung durch den Liquordruck überwunden, so wird die Kugel verschoben und das System drainiert Liquor [44]. Zusätzlich zur konventionellen Ventileinheit können so genannte Shuntassistenten zum Tragen kommen. Diese bestehen technisch aus einem Zusatzventil und werden in Kombination mit anderen Ventilen zur Kontrolle von Überdrainage in der aufrechten Körperhaltung implantiert. Ein Shuntassistent kann zusätzlich zu einem konventionellen Ventil, welches unabhängig von der

Körperposition den Liquor drainiert, genutzt werden, sodass ein hydrostatischer Druckunterschied in der vertikalen Körperposition ausgeglichen werden kann. Aufgrund unterschiedlicher hydrodynamischer Eigenschaften können die Ventile in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Hierzu zählen verstellbare und nicht-verstellbare Ventile [42].

1.3.1 Verstellbare vs. nicht-verstellbare Ventile

Es können postoperativ verstellbare von nicht-verstellbaren Ventilen unterschieden werden. Bei nicht-verstellbaren Ventilen handelt es sich um Ventile, bei welchen prä- oder intraoperativ ein Öffnungsdruck, bei welchem sich das Ventil öffnet und Liquor fördert, festgelegt wird. Bei postoperativ verstellbaren Ventilen kann nicht-invasiv mit magnetischen Justiergeräten die stündliche Liquordurchflussmenge des Ventils eingestellt und angepasst werden. Im Folgenden werden die in dieser Auswertung benutzten Ventile vorgestellt.

Codman Medos Hakim programmierbares Ventil

Dieses Ventil der Firma „Codman & Shurtleff“ ist 8 mm breit, 5 mm hoch und 24 mm lang. Es besitzt ein programmierbares Rückschlagventil, bestehend aus einer Federscheibe aus chirurgischem Edelstahl und einer Federstütze mit Verstellhebel [45]. Das Ventilgehäuse besteht aus Titan. Nicht-invasiv über der Haut lässt sich magnetisch eine Druckeinstellung der Feder in der Einlassventileinheit durchführen [45]. Die Kugel des Kugelventils wird magnetisch angehoben und auf die gewünschte Druckstufe gestellt. Die Betriebsdruckeinstellungen reichen von 30 mm bis 200 mm H₂O, welche für einen Durchfluss von 15-25 ml H₂O pro Stunde sorgen und in Schritten von 10 mm H₂O programmierbar sind [45]. Dieses Ventil ist somit postoperativ verstellbar.

Paedi Gav

Das Paedi GA-Ventil ist ein Ventil der Firma „Christoph Miethke GmbH & Co.KG“ und hat eine Länge von 24 mm. Durch die zylindrische Form entspricht die Tiefe auch der Breite des Ventils von 4 mm. Es ist ein nicht-verstellbares, lageabhängiges Ventil,

bestehend aus einem Kugel-Konus-Ventil und einem distalen Gravitationsventil mit einer Tantal- und Saphirkugel, die Öffnungsdruck und präzisen Verschluss garantieren (Abb. 9) [44]. Die Federkraft hält das Kugel-Konus-Ventil solange geschlossen, bis diese Kraft überwunden wird [44]. In der liegenden Position ist das Gravitationsventil geöffnet. In dem Moment, in dem sich das Kind aufrichtet, schließt es, sodass eine Überdrainage verhindert wird. Erst wenn der intraventrikuläre und der hydrostatische Druck den Öffnungsdruck der beiden Ventile übersteigt, beginnt die Liquordrainage zu fördern [44]. Dies bedeutet, dass das Ventil mit zwei unterschiedlichen Öffnungsdrücken für liegende und aufrechte Körperposition der Schwerkraft folgend programmiert ist [44].



Abb. 9: Abbildung eines Paedi GA-Ventils, ca. dreifach-vergrößert, Originalgröße: 24 mm Länge, 4 mm Breite/Tiefe

Legende: 1 = Saphirkugel, 2 = Spiralfeder, 3 = Tantalkugel.

Mit freundlicher Genehmigung von: Christoph Miethke GmbH & Co. KG, Potsdam, Gebrauchsanweisung paediGAV, GBA 04 080910 [44]

1.3.2 Komplikationen

Alle implantierbaren Fremdkörper können aufgrund von Material oder Implantationsweise zu Komplikationen führen, welche funktionelle, mechanische und infektiöse Ursachen haben können.

Funktionelle Ursachen

Funktionelle Ursachen für Komplikationen sind Über- und Unterdrainagen.

Bei der Überdrainage tritt ein durch hydrostatische Fehlregulation im Shuntsystem hervorgerufener Siphoneffekt auf. Dieser Effekt ist ein auf die Ventrikel wirkender Sog

bei aufrechter Körperhaltung des Patienten, welcher die Ventrikel kollabieren lässt. Dabei entstehen subdurale Entlastungsergüsse, in die es aus überdehnten Brückenvenen einbluten kann [20, 42]. Es können Unterdruckbeschwerden auftreten, welche von Übelkeit, Erbrechen und Schwindel vor allem beim Aufstehen gekennzeichnet sind [20]. Einige Kinder entwickeln Jahre nach der Shuntimplantation ein pathogenetisch unklares Schlitzventrikelsyndrom, bei welchem die Ventrikel sehr klein sind und Symptome wie Kopfschmerzen und Übelkeit auftreten [42].

Bei einer Unterdrainage oder auch Shuntunterfunktion wird zu wenig Liquor abgeleitet, sodass eine intrakranielle Drucksteigerung die Folge ist. Die häufigste Ursache ist ein zu hoher Öffnungsdruck des Ventils [8]. Dies tritt bei der Wahl eines falschen Präzisionsventils auf, dessen Druckstufe nach Implantation nicht verstellt werden kann. Außerdem können eine iatrogen bedingte Katheterfehlage, eine Diskonnektion und eine Dislokation Ursache einer Unterdrainage sein [8, 20]. Die Symptome einer Unterdrainage entsprechen den Symptomen einer Hirndruckerhöhung.

Mechanische Ursachen

Mechanische Ursachen für Komplikationen sind Shuntfehlage, Diskonnektion/Dislokation und die Shunddysfunktion.

Eine Shuntfehlage entsteht meist durch ein Fehlimplantieren.

Eine Diskonnektion von Katheterverbindungen oder Lösen des Systems aus der korrekten Position sind selten [20]. Es handelt sich meist um eine eher wachstumsbedingten Dislokation. Auch eine Diskonnektion des distalen Katheters vom Ventil aufgrund von wachstumsbedingter Zugspannung ist denkbar.

Unter Shunddysfunktion sind eine Ventilverstellung und eine Ventildysfunktion zusammengefasst. Diese können einerseits zu mangelnder Förderleistung und somit zu Unterdrainage oder andererseits zu Überdrainage führen.

Infektiöse Ursachen

Die Infektion bei Patienten mit implantiertem Shuntsystem ist die bedeutsamste Komplikation [46]. Pädiatrische Patienten haben gegenüber Erwachsenen ein signifikant geringeres infektionsfreies Überleben [46].

Eine Infektion bei Patienten mit implantiertem Shuntsystem verläuft meist schleichend und symptomarm durch Hautkeime wie *Staphylococcus epidermidis* oder Allgemeininfekte, wobei die Keime am Kunststoff des Shuntsystems anhaften und für das Immunsystem schwer zu erreichen sind [8, 20]. Infektionen sind zu einem größten Teil operationsbedingt und Folge einer Einschleppung bei der Implantation, einer Wundheilungsstörung oder einer Druckschädigung unter Spannung liegender der Haut [8]. Infektionsfolgen bei peritonealer Ableitung sind eine Peritonitis, eine Entstehung einer Pseudozyste am Shuntende oder eine Ventrikulitis durch Keime, die retrograd über den Katheter fortgeleitet in die Ventrikel gelangen [20].

1.4 Fragestellung

Ziel dieser Arbeit war eine Analyse der zwischen 2005 und 2010 durchgeführten Primär- und Revisionsoperationen von unter 16-jährigen Hydrozephaluspatienten, welche an der Neurochirurgischen Klinik der Heinrich-Heine-Universität an einem Ventrikuloperitonealem Shunt operiert worden waren.

Es wurden verschiedene Aspekte in dieser Arbeit untersucht und mit bestehenden Zusammenhängen, die in der Literatur beschrieben werden, verglichen. Herausgearbeitet wurden Indikationen für die Implantation eines Ventrikuloperitonealen Shunts sowie Indikationen für Revisionsoperationen und Anzahl verwendeter Ventilsysteme. Ein weiterer Aspekt dieser Arbeit war die Berechnung von Revisionsraten. Weiterhin wurde ein Vergleich zwischen Patienten mit verstellbarem Codman Hakim-Ventil und Patienten mit nicht-verstellbarem Paedi GA-Ventil durchgeführt. Als Nebenaspekt wurden, zur Evaluation von shuntbedingten Kopfschmerzen und Einbußen im alltäglichen Leben, Patientenfragebögen ausgewertet.

Die Studiennummer des Ethikvotums lautet: 4212.

2. Material und Methode

2.1 Versuchsansatz und Vorgehen

2.1.1 Aktenstudie

Insgesamt wurden retrospektiv und monozentrisch Daten von 102 in der Neurochirurgischen Klinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf erstoperierten Patienten der Geburtsjahre 1988 bis 2010 ausgewertet. Die Patienten wurden im Zeitraum zwischen Januar 2005 und Dezember 2010 behandelt und waren zum Zeitpunkt der ersten Operation jünger als 16 Jahre. Es wurden Primär- und Revisionsoperationen Ventrikuloperitonealer Shuntsysteme durchgeführt. Hierzu lagen Operations- und Revisionsoperationsberichte, sowie Arztbriefe in digitaler Form vor. Diese Daten wurden mit Hilfe von Microsoft Office Excel 2003 anonymisiert in zwei Tabellen bearbeitet. Der Tabelleninhalt wurde in präoperative, operative und postoperative Daten gegliedert. Primäroperativ wurden das Alter zum Zeitpunkt der Operation, die Operationsindikation und der verwendete Ventiltyp festgehalten. Die Operationsindikation wurde in einen Hydrozephalus bei Blutung, Tumor, Malformation und sonstige Ursachen eingeteilt. Unter die Kategorie der Malformation fällt in dieser Untersuchung vor allem der Hydrozephalus bei Dysrhaplien. Bei der Auswertung der Revisionsoperationen wurden die Zeit seit der letzten Operation in Monaten und die Indikation für die Revision festgehalten. Unterschieden wurde das Datenmaterial zwischen Patienten, die bei der Primäroperation ein verstellbares Codman Hakim-Ventil oder ein nicht-verstellbares Paedi GA-Ventil implantiert bekommen hatten. Diese wurden mit der Statistik-Software SPSS von IBM ausgewertet. Nichtparametrische Tests (Mann-Whitney, Kruskal-Wallis) wurden zur Bestimmung der Signifikanz hinzugezogen, wobei ein P-Wert $p < 0,05$ als statistisch signifikant angesehen wurde. Der Kaplan-Meier-Schätzer diente zum Erstellen von Überlebenszeitfunktionen eines Shunts hinsichtlich des Alters, der Ätiologie und des Shunt-Typs. Graphisch wurden die Gesamtdaten mit Hilfe von Microsoft Office Excel 2003 umgesetzt und in Beziehung gebracht.

2.1.2 Patientenbefragung

Zur Evaluation der Patienten- und Elternperspektive hinsichtlich Schmerzen und Einschränkungen durch den Ventrikuloperitonealen Shunt im Alltag wurden 15 Patienten im Alter zwischen 3 und 21 Jahren und ihre Eltern in einer prospektiven Untersuchung im Rahmen eines persönlichen Gesprächs oder per Brief mit Hilfe von zwei Fragebögen befragt.

Erläuterung der Fragebögen

Zur Befragung der Patienten wurde der SIKI-Fragebogen (Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern) genutzt, welcher im Anhang dieser Arbeit zu finden ist [47]. Dieser Fragebogen mit dem Hauptaugenmerk auf Kopfschmerzsymptomatik, Schmerzkonsequenz und subjektivem Krankheitsmodell besteht aus einem Teil für Kinder/Patienten und einem Elternteil. Dieser Fragebogen besteht im Kinderanteil aus 76 und im Elternanteil aus 16 Ankreuz- sowie Prosafragen. Der Fragebogen arbeitet mit Adjektiven und Sätzen, welche durch das Kind bewertet werden sollen. Es wurden im Anschluss die für uns wichtigen Fragen aus diesem Fragebogen extrahiert und die Patientenantworten im Text und zum Teil graphisch ausgewertet. Außerdem wurde klinikintern ein zweiter Fragebogen erstellt, welcher die Zufriedenheit und das Vertrauen in den Ventrikuloperitonealen Shunt, den Umgang und die Einschränkungen des Patienten im Alltag herauskristallisieren sollte.

Erläuterung des Vorgehens

Von den 40 kontaktierten Patienten, welche für die Befragung in Frage gekommen wären, waren sieben bereit, für ein persönliches Gespräch in die Neurochirurgische Klinik der Heinrich-Heine-Universität zu kommen, und weitere acht waren bereit, den Fragebogen schriftlich zu beantworten, sodass ein Befragungspool von 15 Patienten im Alter zwischen 3 und 21 Jahren entstand. Die persönlichen Gespräche fanden in einem Untersuchungsraum der neurochirurgischen Ambulanz der Heinrich-Heine-Universität gemeinsam mit den Eltern innerhalb von 15 bis 45 Minuten statt. Im Anschluss wurden die gesamten Daten der SIKI-Befragung mit Hilfe von Microsoft Office Excel 2003 anonymisiert tabellarisch ausgewertet und zum Teil graphisch umgesetzt.

Die Informationen aus dem klinikinternen Fragebogen wurden nach Patienten sortiert und mit Hilfe von Microsoft Office Word 2003 in Tabellen (Tabelle 5a-5o) erfasst. Die meisten Fragen mussten von den Patienten und ihren Eltern ausformuliert werden, sodass es sich in den Ergebnistabellen um Zitate der Patienten und dessen Eltern handelt. Einige Fragen verlangten nach einer Beantwortung von „ja“ und „nein“. Außerdem fanden sich zwei Fragen mit Smileys, welche die emotionalen Empfindungen „neutral/gleichgültig“, „traurig“ und „lächelnd“ darstellen.

2.1.3 Ethikvotum

Das Projekt wurde von der Ethikkommission der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf begutachtet und unter der Studiennummer 4212 positiv bewertet.

3. Ergebnisse

3.1 Aktenstudie

3.1.1 Primäroperationen

An der Neurochirurgischen Klinik der Heinrich-Heine-Universität wurden für diese Untersuchung Daten von insgesamt 102 erstoperierten Patienten ausgewertet, wovon 45 weiblichen und 57 männlichen Geschlechts waren. Das mittlere Alter bei der Erstoperation betrug 30,2 Monate (0-210 Monate).

Verteilung der Operationsindikationen

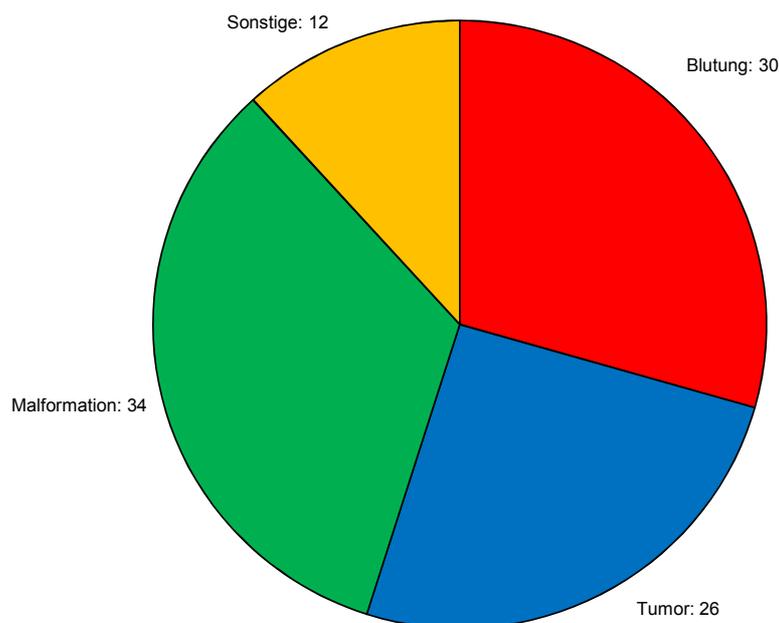


Abb. 10: Operationsindikationen bei Primäroperation

Die Operationsindikation wurde in einen Hydrozephalus aufgrund einer Blutung, eines Tumors, einer Malformation und in sonstige Ursachen eingeteilt. Die mit 33,3% (n=34) häufigste Operationsindikation war der Hydrozephalus aufgrund einer Malformation gefolgt vom Hydrozephalus aufgrund einer Blutung mit 29,4% (n=30) (Abb. 10). Darauf folgte mit 25,5% (n=26) der durch Tumore hervorgerufene Hydrozephalus. 11,7% (n=12) waren sonstige Hydrozephalusätiologien. Festzuhalten ist, dass die beiden häufigsten Operationsindikationen eine Blutung und eine Malformation waren.

Ventiltypverteilung

Zur Erfassung der Vielzahl der bei den Primäroperationen verwendeten Ventiltypen wurde diese Verteilung graphisch in Abb. 11 dargestellt. Das in dieser Studie am häufigsten implantierte Ventil war mit 43,1% (n=44) das Paedi GA-Ventil, welches in der Graphik unter den zwei verwendeten Öffnungsdruckstufen 4/19 und 9/19 cm H₂O getrennt aufgeführt ist. Das zweithäufigste verwendete Ventil war das Codman Hakim-Ventil mit einem Vorkommen von 28,4% (n=29). Diese Häufigkeitsverteilung führte nach der ersten Datenauswertung zu dem Entschluss zu einer genaueren vergleichenden Betrachtung zwischen Patienten mit Paedi GA- und Codman Hakim-Ventilen. In den übrigen 18 Fällen wurden die Ventile „Pro GAV“, „Medtronic Delta“ und „Medtronic button valve low“ implantiert. Unter die Rubrik „sonstige“ fallen Sophysa-Ventile und Uni-Shunts.

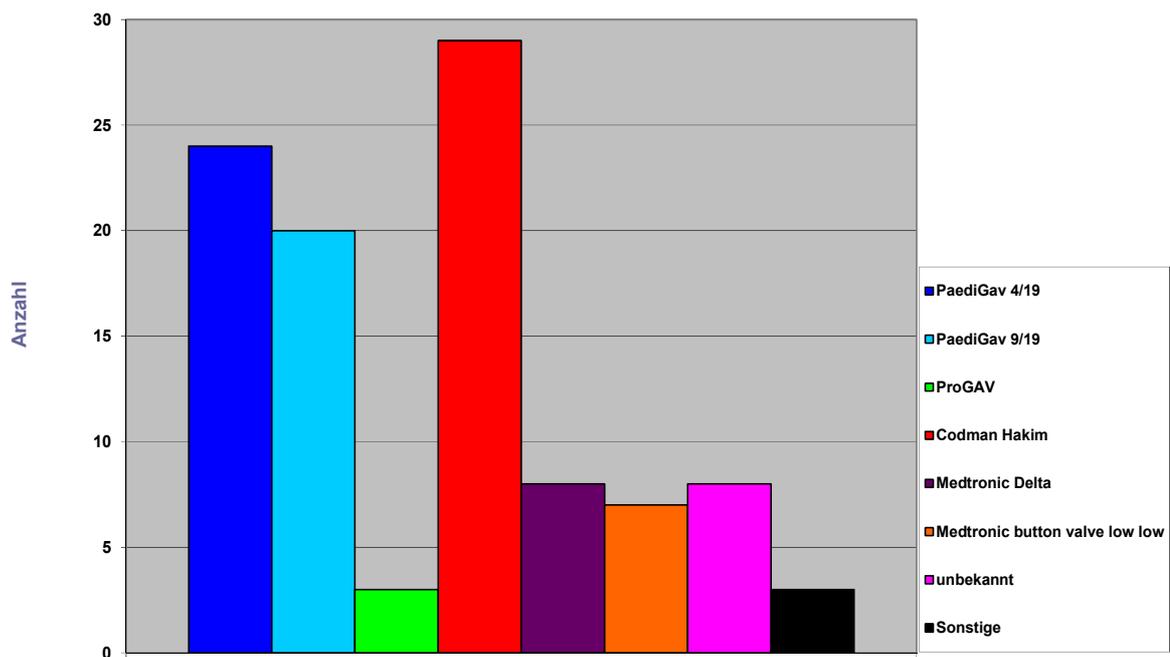


Abb. 11: Ventiltypverteilung bei Primäroperationen

Zusammenfassend kann formuliert werden, dass die am häufigsten verwendeten Ventiltypen zum einen das Paedi GA-Ventil mit 43,1% und zum anderen das Codman Hakim-Ventil mit 28,4% waren.

3.1.2 Revisionsoperationen

Revisionsraten und Zeitraum bis zur ersten Revision

Von den 102 erstoperierten Patienten wurden 62 Patienten einer Revisionsoperation unterzogen. Daraus folgernd wurden 60,8% der Patienten revidiert. Insgesamt wurden 101 Revisionsoperationen durchgeführt. Weiterhin betrug die mittlere Latenz zwischen Erstoperation und erster Revisionsoperation 23,7 Monate (0-192 Monate).

Festzuhalten ist, dass 60,8% der Patienten revidiert wurden und die erste Revisionsoperation bei den 62 revidierten Patienten im Durchschnitt nach 23,7 Monaten durchgeführt wurde.

Verteilung der Revisionsindikationen

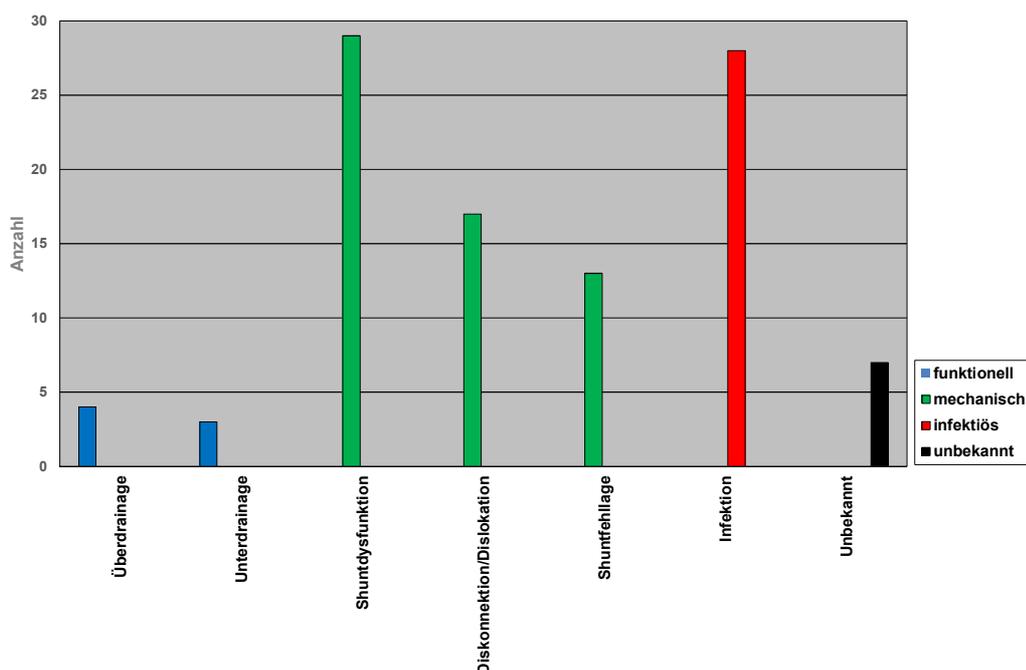


Abb.12: Revisionsindikationen

Zur Ermittlung von Revisionsindikationen wurde zwischen mechanischen, funktionellen und infektiösen Ursachen unterschieden (Abb. 12). Die häufigsten Revisionsindikationen waren mechanischer Ursache mit 58,4% (n=59), von welchen 28,7% (n=29) Shunt dysfunktionen darstellten. Gefolgt wurden sie von infektiösen Ursachen (27,7%, n=28). Funktionelle Ursachen lagen in lediglich 6,9% (n=7) vor.

Ergebnis dieser Analyse ist, dass insgesamt mechanische (58,4%, n=59) Revisionsursachen überwiegen, wobei hier die Shunt Dysfunktion am häufigsten vertreten ist.

Revisionsanzahl bezogen auf die Primäroperationsindikation

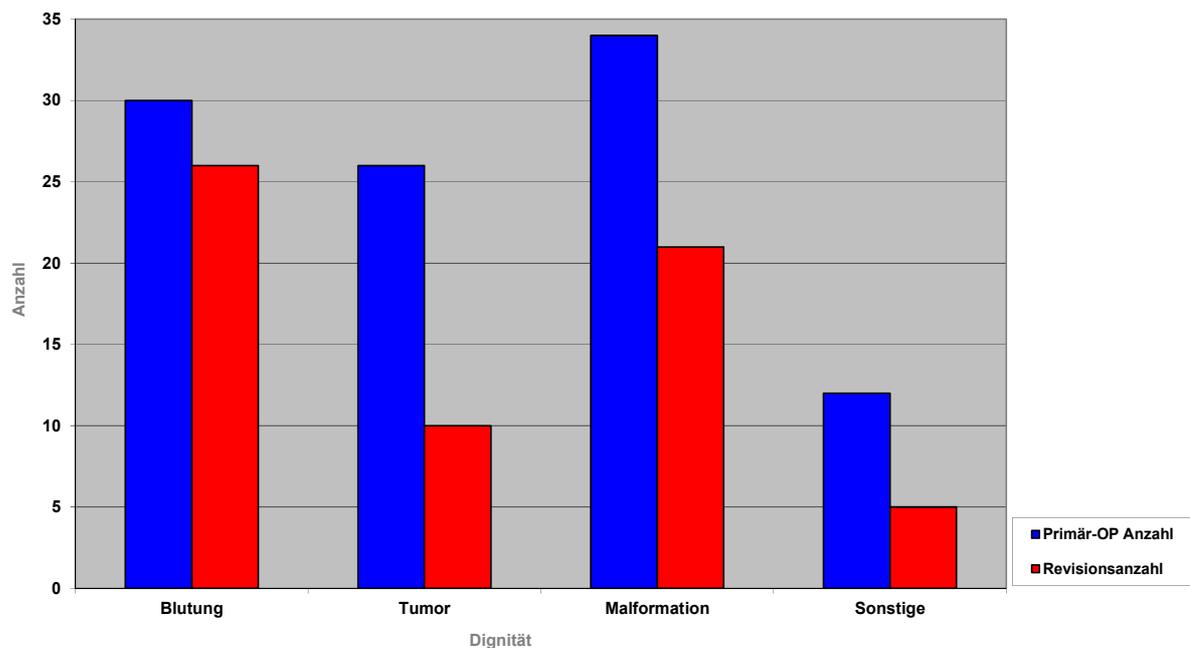


Abb.13: Revisionen bezogen auf die Primäroperationsindikation

Zur Erfassung des Zusammenhangs zwischen Primäroperationsindikation und Revisionsmenge wurde die Revisionsanzahl in Bezug zur Primäroperationsindikation analysiert (Abb. 13). Von den insgesamt 62 revidierten Patienten wurden 41,9% (n=26) mit der Primäroperationsindikation eines posthämorrhagischen Hydrozephalus und 33,9% (n=21) mit der Primäroperationsindikation eines Hydrozephalus aufgrund einer Malformation revidiert. 10 Patienten (16,1%) mit einer Tumorerkrankung wurden revidiert. Bezieht man nun die Daten auf die Primäroperationsindikation (Abb. 13), so kann festgehalten werden, dass Patienten mit einem posthämorrhagischen Hydrozephalus mit einer Revisionsrate von 86,6% (26 von 30 Patienten) am häufigsten revidiert wurden. Darauf folgt eine Revisionsrate von 61,7% (n=21) bei Patienten mit einer Malformation.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Patienten mit posthämorrhagischem Hydrozephalus in dieser Studie am häufigsten mit 86,6% revidiert wurden. Es sticht hervor, dass der posthämorrhagische Hydrozephalus und der Hydrozephalus bei

Malformation nicht nur die häufigsten Primäroperationsindikationen darstellten, sondern auch über 75,6% der 62 revidierten Patienten bildeten.

3.1.3 Vergleich zwischen Patienten mit Paedi GA- und Codman Hakim-Ventil

Von den 102 primär operierten Patienten wurden zwei Gruppen extrahiert und miteinander verglichen. Bei den Gruppen handelte es sich um insgesamt 73 Patienten, von welchen 44 ein Paedi GA- und 29 Patienten ein Codman Hakim-Ventil implantiert bekommen hatten.

Alter und Indikation bei Primäroperation

In der Paedi Gav-Gruppe bekamen 24 Patienten einen Ventilöffnungsdruck von 4/19 cm H₂O und 20 Patienten einen Öffnungsdruck von 9/19 cm H₂O. Das mittlere Implantationsalter betrug 18 Monate (0-154 Monate), wobei 33 Patienten jünger als 12 Monate, 5 Patienten zwischen 13 und 60 Monate und 6 Patienten älter als 60 Monate waren [48].

In der Codman Hakim-Gruppe betrug das mittlere Implantationsalter 70 Monate (1-180 Monate), wovon vier Patienten jünger als 12 Monate, elf Patienten zwischen 13 und 60 Monate und 14 Patienten älter als 60 Monate waren [48].

Abbildung 14 veranschaulicht die Verteilung der Primäroperationsindikation im Vergleich zwischen der Paedi Gav-Gruppe und der Codman Hakim-Gruppe. Die mit 36% (n=16) häufigste Operationsindikation in der Paedi Gav-Gruppe war der Hydrozephalus aufgrund einer Malformation, gefolgt vom posthämorrhagischen Hydrozephalus mit 30% (n=13). In der Codman Hakim-Gruppe überwog mit 45% (n=13) der tumorbedingte Hydrozephalus, gefolgt vom Hydrozephalus aufgrund einer Malformation mit 28% (n=8). Es fällt auf, dass der posthämorrhagische Hydrozephalus in der Codman Hakim-Gruppe lediglich mit 14% (n=4) vertreten war.

Vergleicht man nun diese Ergebnisse mit der Verteilung der Primäroperationsindikationen der gesamten Studie mit 102 Patienten, so stellt sich heraus, dass von den insgesamt 30 Patienten mit posthämorrhagischen Hydrozephalus 56,7% (n=17) in der Kohorte der 73 Patienten mit Paedi GA- oder Codman Hakim-Ventil auftreten und insgesamt 43,3% (n=13) mit einem Paedi GA-

Ventil behandelt wurden. Bei lediglich vier Patienten (13,3%) wurde bei der Operationsindikation eines posthämorrhagischen Hydrozephalus ein Codman Hakim-Ventil genutzt. Hinsichtlich der Primäroperationsindikation des Hydrozephalus aufgrund einer Malformation, welcher bei 34 Patienten auftrat, wurden 23,5% (n=8) mit einem Codman Hakim-Ventil und 47% (n=16) mit einem Paedi GA-Ventil therapiert. Bei einem tumorbedingten Hydrozephalus, welcher bei 26 Patienten auftrat, wurden 50% (n=13) mit einem Codman Hakim-Ventil und 42,3% (n=11) mit einem Paedi GA-Ventil versorgt.

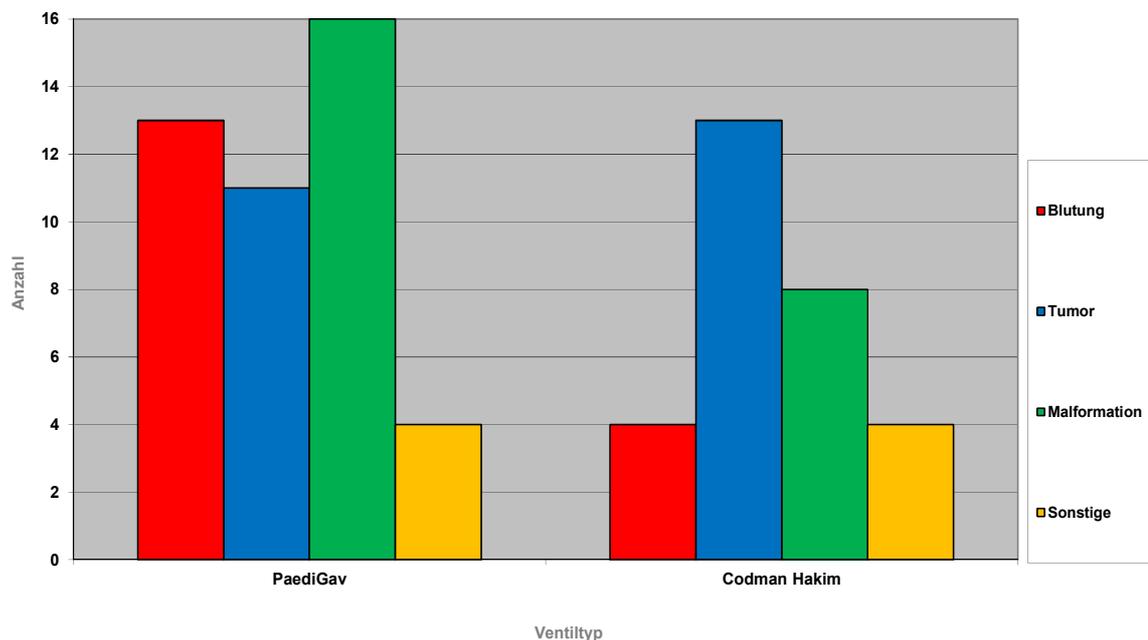


Abb.14: Primäroperationsindikation nach Ventiltyp

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Patienten mit einem posthämorrhagischen Hydrozephalus in 43,3% der Fälle sowie Patienten mit einem Hydrozephalus durch Malformation in 47% der Fälle ein Paedi GA-Ventil implantiert bekamen. Diese beiden Hydrozephalusentitäten wurden seltener mit einem Codman Hakim-Ventil therapiert. Ein tumorbedingter Hydrozephalus wurde in der Hälfte der Fälle (50%) mit einem Codman Hakim-Ventil versorgt. Außerdem waren Patienten mit Paedi GA-Ventil im Vergleich zu Patienten mit Codman Hakim-Ventil zum Zeitpunkt der ersten Operation deutlich jünger (mittleres Implantationsalter 18 Monate vs. 70 Monate) [48].

Revisionsoperationen

Von den insgesamt 73 Patienten, von welchen 44 mit einem Paedi GA- und 29 mit einem Codman Hakim-Ventil behandelt worden waren, wurden insgesamt 38 Patienten (52,1%) einer Revisionsoperation unterzogen. Dies geschah nach einer durchschnittlichen Zeit von 34 Monaten (0-89 Monate) [48]. Innerhalb der beiden Gruppen wurden 22 Patienten in der Paedi Gav-Gruppe und 16 Patienten in der Codman Hakim-Gruppe revidiert. Häufigste Revisionsindikationen waren in beiden Kohorten mechanische (64% und 59%) gefolgt von infektiösen (27% und 24%) Ursachen [48].

Revisionsrate bezogen auf das Alter bei Primäroperation

	Paedi GA-Ventil	Codman Hakim-Ventil
Anzahl der Patienten	44	29
Mittleres Alter bei Primärimplantation	18 Monate (0-154)	70 Monate (1-180)
Hydrozephalusätiologie:		
Tumor	11 (25%)	13 (45%)
Blutung	13 (30%)	4 (14%)
Malformation	16 (36%)	8 (28%)
sonstige	4 (9%)	4 (14%)
Patientenanzahl zur Revisionsoperation	22 (50%)	16 (55%)
Mittlere Zeit bis zur Revisionsoperation	7 Monate (0-56)	8 Monate (0-42)
Revisionsindikation:		
mechanisch	14 (64%)	10 (59%)
infektiös	6 (27%)	4 (24%)
funktionell	2 (9%)	2 (12%)

Tabelle 1: Eigenschaften der Paedi GA- und Codman Hakim-Ventil-Gruppe. Modifiziert und mit freundlicher Genehmigung von: Springer Science + Business Media, Beez T, Sarikaya-Seiwert S, Bellstädt L, Mühmer M, Steiger HJ (2014) Role of ventriculoperitoneal shunt valve design in the treatment of pediatric hydrocephalus-a single center study of valve performance in the clinical setting. Childs Nerv Syst 30(2):293-7 [48]

Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der bereits zum Teil beschriebenen Ergebnisse.

Um einen Zusammenhang zwischen Alter bei Primäroperation und Revisionsrate zu detektieren, wurden acht der insgesamt 73 primär operierten Patienten in dieser Analyse nicht mit berücksichtigt, da es sich dabei um Patienten handelte, welche zur Gruppe „Sonstige“ in Bezug auf die Hydrozephalusätiologie gehörten. Insgesamt

wurden 36 Patienten jünger als 12 Monate, 14 Patienten im Alter zwischen 13-60 Monate und 15 Patienten älter als 60 Monate einer Primäroperation unterzogen [48]. In der Gruppe im Alter unter 12 Monate wurden 23 revidiert, was einer Revisionsrate von 64% entspricht. Die Revisionsrate der beiden anderen Gruppen betrug 43% und 40%. Für die Annahme, dass es eine höhere Revisionsrate bei Kindern gibt, die sehr jung (< 12 Monate) den ersten Shunt implantiert bekommen hatten, zeigte sich keine statistische Signifikanz [48]. Abbildung 15 zeigt die Überlebenszeitkurve.

Alter bei Implantation	Patientenanzahl	Patientenanzahl zur Revisionsoperation	Revisionsrate
≤ 12 Monate	36	23	64%
13-60 Monate	14	6	43%
> 60 Monate	15	6	40%

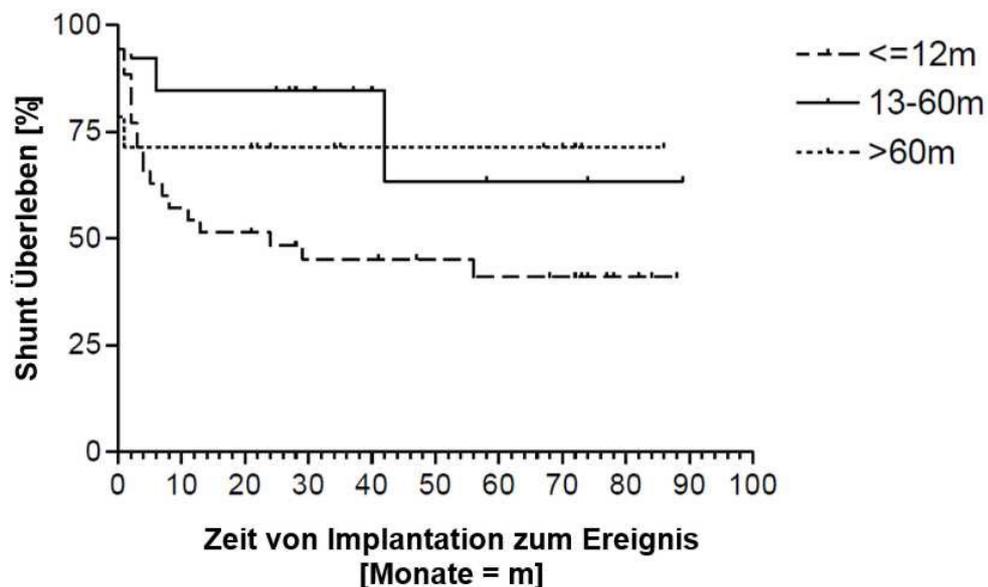


Abb.15: Revisionsrate bezogen auf das Alter bei Primäroperation nach Kaplan Meier. Modifiziert und mit freundlicher Genehmigung von: Springer Science + Business Media, Beez T, Sarikaya-Seiwert S, Bellstädt L, Mühmer M, Steiger HJ (2014) Role of ventriculoperitoneal shunt valve design in the treatment of pediatric hydrocephalus-a single center study of valve performance in the clinical setting. Childs Nerv Syst 30(2):293-7 [48]

Revisionsrate bezogen auf den Ventiltyp

In der Paedi Gav-Gruppe betrug die mittlere Zeit bis zur Revision sieben Monate (0-56 Monate) und in der Codman Hakim-Gruppe acht Monate (0-42 Monate) [48]. Lässt man in dieser Berechnung die besagten acht Patienten mit „sonstigem Hydrozephalus“ weg (siehe Tabelle 1 sowie Abb. 17), so ergibt sich für das Paedi GA-Ventil eine Revisionsrate von 53% (40 Patienten und 21 Revisionen) und für das Codman Hakim-

Ventil eine Revisionsrate von 56% (25 Patienten und 14 Revisionen) [48]. Abbildung 16 zeigt die Überlebenszeitkurve.

Ventiltyp	Patientenanzahl	Patientenanzahl zur Revisionsoperation	Revisionsrate
Paedi Gav	40	21	53%
Codman Hakim	25	14	56%

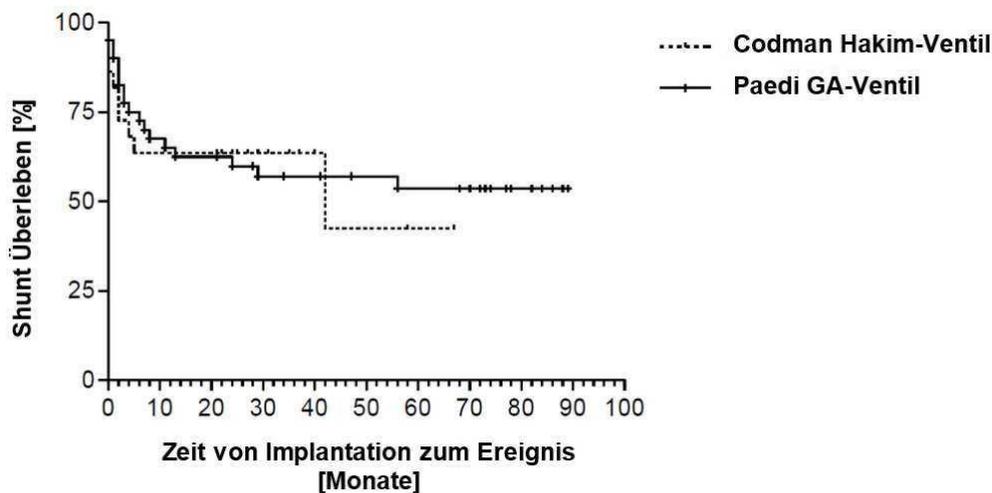


Abb.16: Revisionsrate bezogen auf den Ventiltyp nach Kaplan Meier.
 Modifiziert und mit freundlicher Genehmigung von: Springer Science + Business Media, Beez T, Sarikaya-Seiwert S, Bellstädt L, Mühmer M, Steiger HJ (2014) Role of ventriculoperitoneal shunt valve design in the treatment of pediatric hydrocephalus-a single center study of valve performance in the clinical setting. Childs Nerv Syst 30(2):293-7 [48]

Revisionsanzahl bezogen auf die Primäroperationsindikation im Vergleich zwischen der Paedi Gav- und der Codman Hakim-Gruppe

Bei der Betrachtung (Abb. 17) der häufigsten Primäroperationsindikationen in der Paedi Gav- und Codman Hakim-Gruppe fällt auf, dass der posthämorrhagische Hydrozephalus am häufigsten revidiert werden musste. In der Paedi Gav-Gruppe wurden von den 13 Patienten mit posthämorrhagischen Hydrozephalus 12 revidiert (92,3%), und in der Codman Hakim-Gruppe wurden von den 4 Patienten 3 revidiert (75%). Der tumorbedingte Hydrozephalus wurde in der Codman Hakim-Kohorte (n=13) in 46,2% (n=6) der Fälle revidiert und in der Paedi Gav-Gruppe wurden von 11 Patienten 2 revidiert (18,1%). Beim Hydrozephalus durch Malformation wurden in der Paedi Gav-Gruppe von 16 Patienten 43,7% (n=7) und in der Codman Hakim-Gruppe von 8 Patienten 62,5% (n=5) revidiert.

Festzuhalten bleibt, dass Patienten mit einem posthämorrhagischen Hydrozephalus in der Mehrheit der Fälle (76,5%, n=13, Gesamtanzahl: 17) ein Paedi GA-Ventil und

Patienten mit tumorbedingtem Hydrozephalus in der Mehrheit der Fälle (54,2%, n=13, Gesamtanzahl: 24) ein Codman Hakim-Ventil implantiert bekommen haben. Es fällt in dieser Graphik auf, dass Patienten mit posthämorrhagischen Hydrozephalus in beiden Kohorten die höchste Revisionsrate aufweisen (Paedi Gav 92,3%, Codman Hakim 75%).

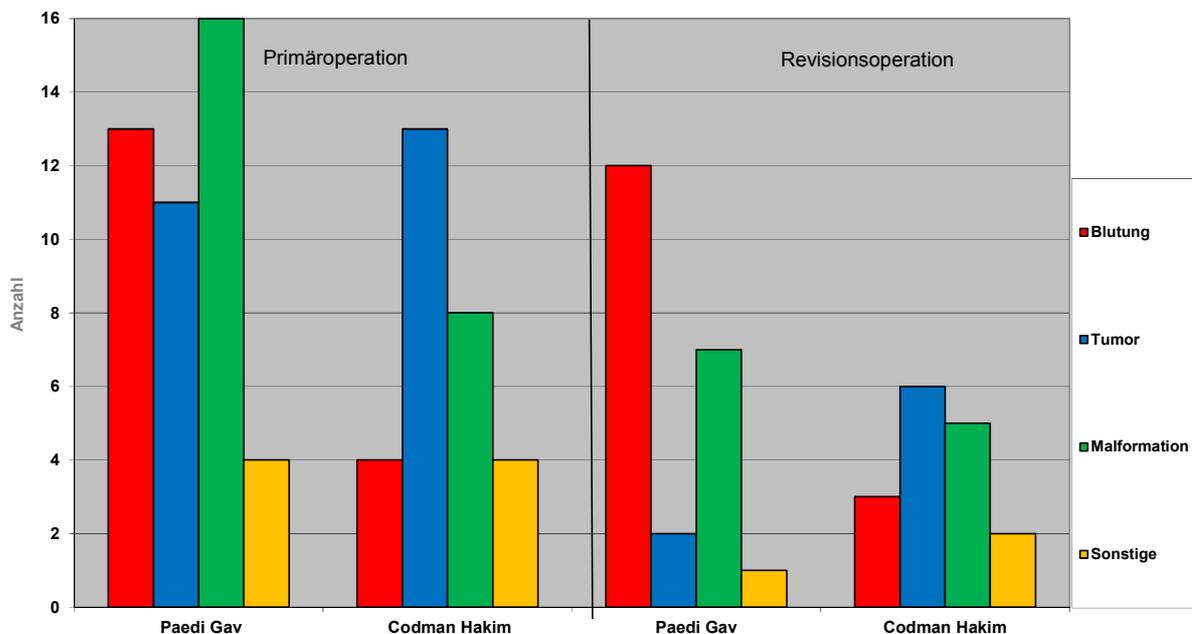


Abb.17: Vergleich zwischen Primäroperationsindikation von Paedi Gav und Codman Hakim und der Revisionsoperationsanzahl bezogen auf die Primäroperationsindikation

Revisionsrate bezogen auf die Primäroperationsindikation

Fasst man nun die Patienten der gesamten Paedi Gav-und Codman Hakim-Kohorte zusammen so kann festgehalten werden, dass von den 24 Patienten mit der Primäroperationsindikation eines Tumors acht (32%) revidiert wurden [48]. Bei den 24 Patienten mit einer Malformation wurden 12 (50%) und bei den 17 Patienten mit einer Blutung wurden 15 (88%) revidiert [48].

Als Ergebnis zeigt sich eine statistisch signifikant ($p = 0,0017$) höhere Revisionsrate in der Patientengruppe mit der Primäroperationsindikation einer Blutung [48]. Abbildung 18 zeigt die Überlebenszeitkurve.

Implantationsindikation	Patientenanzahl	Patientenanzahl zur Revisionsoperation	Revisionsrate
Tumor	24	8	33%
Blutung	17	15	88%*
Malformation	24	12	50%

*p=0.0017

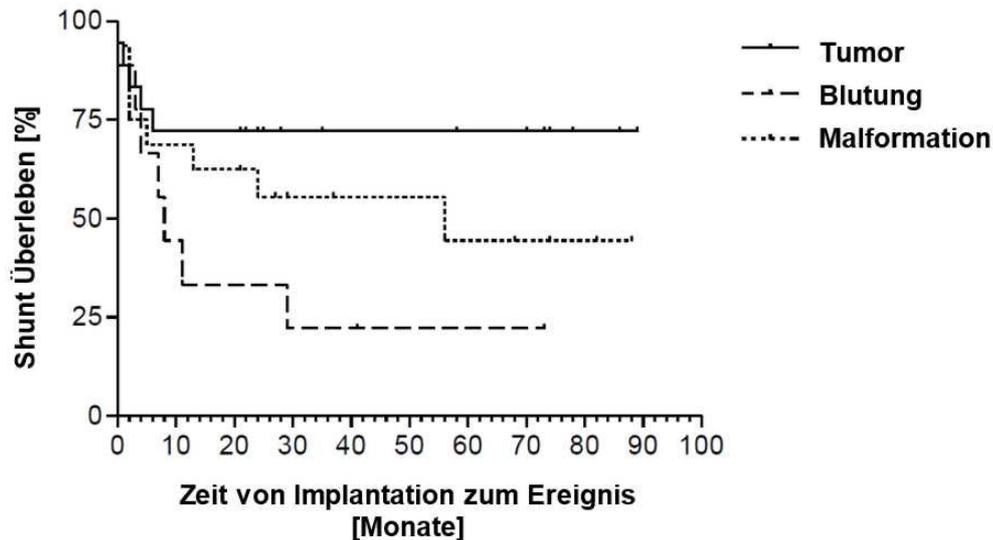


Abb.18: Revisionsrate bezogen auf die Primäroperationsindikation nach Kaplan Meier. Modifiziert und mit freundlicher Genehmigung von: Springer Science + Business Media, Beez T, Sarikaya-Seiwert S, Bellstädt L, Mühmer M, Steiger HJ (2014) Role of ventriculoperitoneal shunt valve design in the treatment of pediatric hydrocephalus-a single center study of valve performance in the clinical setting. Childs Nerv Syst 30(2):293-7 [48]

3.2 Patientenbefragung

3.2.1 SIKI-Fragebogen

Patientenpool und Altersverteilung

Der Patientenpool bestand aus sechs Mädchen und neun Jungen. Vier der befragten Patienten konnten zu diesem Fragebogen keine Angaben machen, da dies bei zwei davon die geistige Behinderung nicht zuließ. In den zwei weiteren Fällen sei bis zu dem Zeitpunkt eine Kopfschmerzsymptomatik noch niemals aufgetreten, sodass sich hier die Befragungsmenge von 15 auf 11 reduziert.

Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Befragung zwischen 3 und 21 Jahre alt. Der Fragebogen mit den Originalfragen findet sich im Anhang dieser Arbeit.

Zeitliche Komponente der Kopfschmerzsymptomatik (SIKI Fragen 9-11)

Der erste Teil der Fragen beschäftigt sich mit der Kopfschmerzsymptomatik. Zur Fragestellung, wie oft Kopfschmerzen vorkämen, gaben 73% (n=8) der Patienten an, seltener als einmal im Monat Kopfschmerzen zu haben (Abb. 19). Wenn diese dann auftreten, so gaben 55% (n=6) an, würden die Schmerzen länger als einen halben Tag andauern. Vier der Befragten wählten an dieser Stelle die Antwort „nur kurze Zeit“ (siehe SIKI Frage 9), wobei hier eine geringere Zeitspanne als ein halber Tag gemeint ist (Abb. 20). Die Kopfschmerzen treten bei 55% (n=6) der Patienten langsam, bei drei der Patienten schnell auf (Abb. 21).

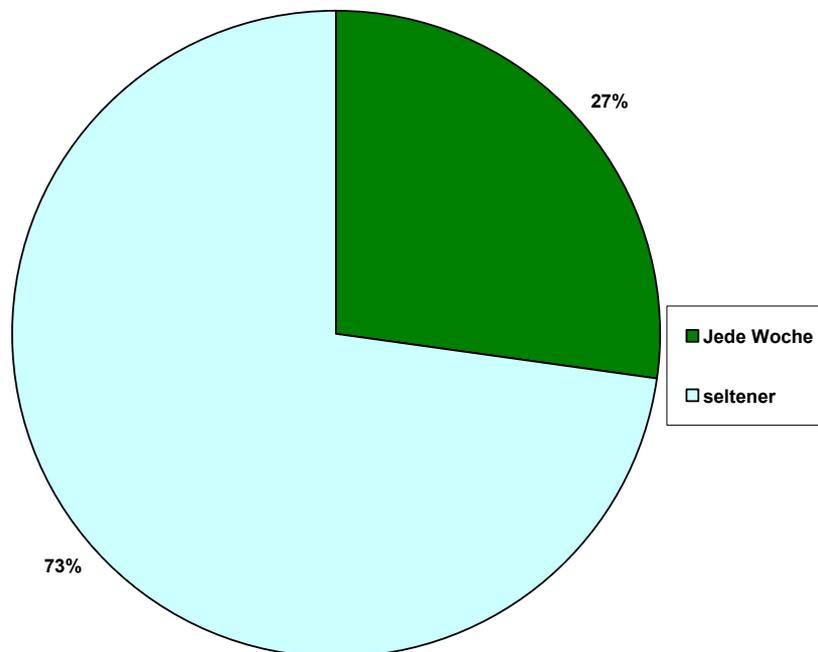


Abb.19: SIKI-Befragung Frage 8: Wie oft kommen bei dir Kopfschmerzen vor?

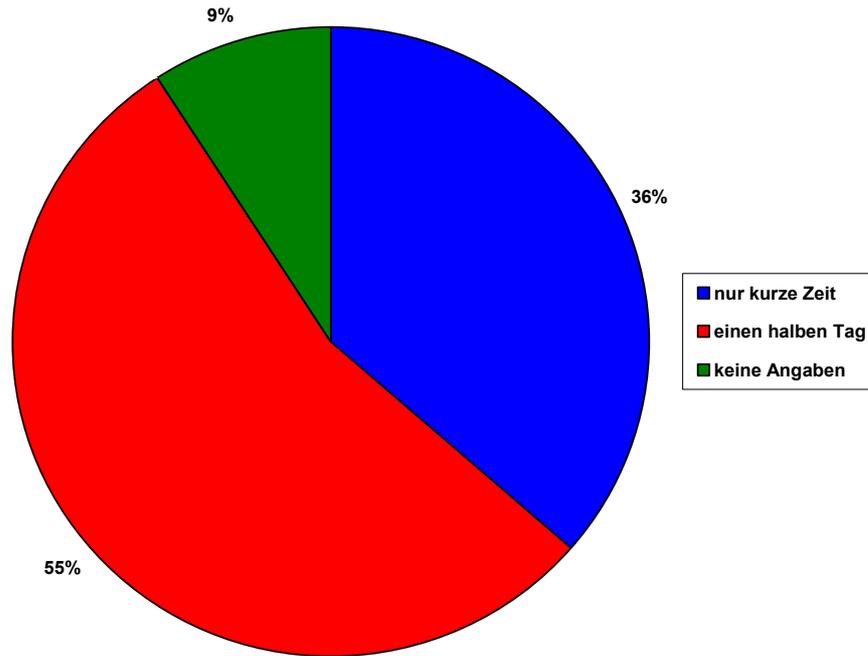


Abb.20: SIKI-Befragung Frage 9: Wie lange dauern die Kopfschmerzen meistens?

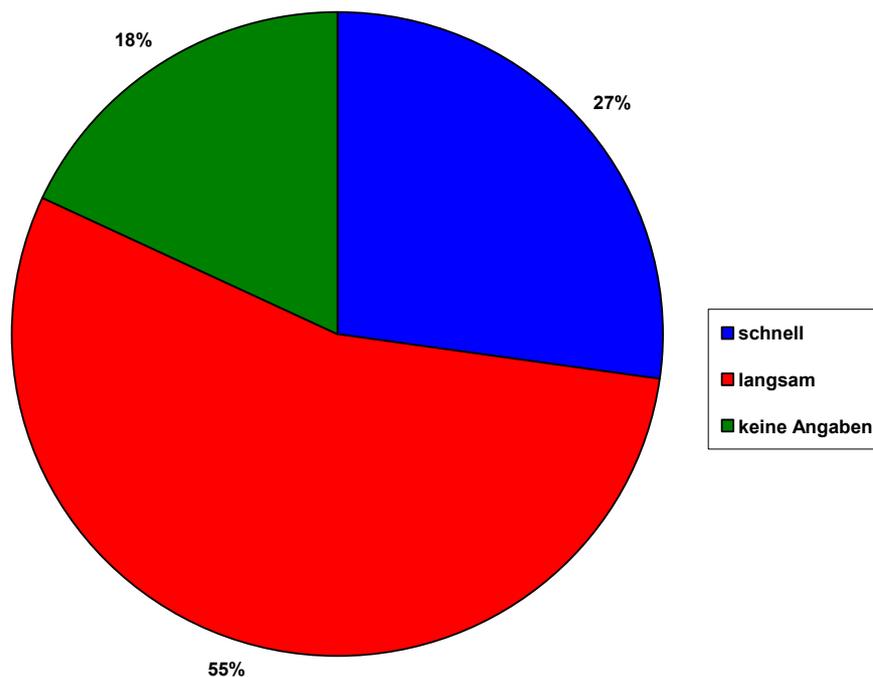


Abb. 21: SIKI-Befragung Frage 10: Wie kommen die Kopfschmerzen?

Abbildung 22 illustriert die unterschiedlichen Angaben zur Frage des zeitlichen Kopfschmerzbeginns. Es konnten mehr als eine Antwort gegeben werden. Von den elf Patienten waren 55% (n=6) der Meinung, dass die Kopfschmerzen ganz unterschiedlich während des Tagesverlaufs auftreten. Drei der Patienten gaben den Zeitpunkt des Schmerzbeginns beim Aufwachen an.

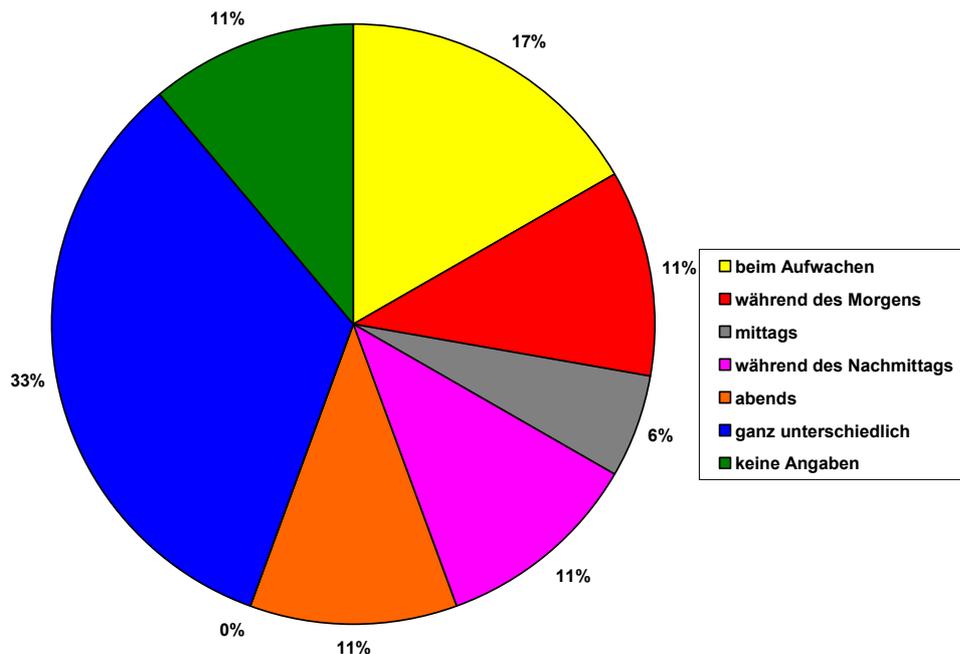


Abb. 22: SIKI-Befragung Frage 11: Wann beginnen die Kopfschmerzen meistens?

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei über der Hälfte der befragten Patienten Kopfschmerzen seltener als einmal pro Monat auftreten. Wenn sie auftreten, so treten sie langsam auf, halten länger als einen halben Tag an und beginnen zu keiner bestimmten Tageszeit, sondern zu unterschiedlichen Zeitpunkten während des gesamten Tages. Bei diesen Angaben handelt es sich um Kopfschmerzen ohne medikamentöse Intervention.

Kopfschmerzlokalisierung (SIKI Frage 12)

Abbildung 23 zeigt innerhalb des Säulendiagramms die Graphiken an, mit welchen die Patienten bei der Befragung konfrontiert waren und mit dessen Hilfe sie ihre Kopfschmerzlokalisierung darstellen sollten. Eine Mehrfachauswahl war möglich. Die Mehrheit der Patienten (66%, n=7) gab als Schmerzort die rechte und vier der Befragten die linke Stirnpartie am Os Frontale an. Zusätzlich wurden am häufigsten parietale (n=4) und occipitale (n=4) Lokalisationen angegeben.

Ergebnis dieser Befragung ist, dass über die Hälfte der Patienten die rechte Kopfhälfte sowie occipitale und parietale Lokalisationen als Hauptkopfschmerzpunkt angaben.

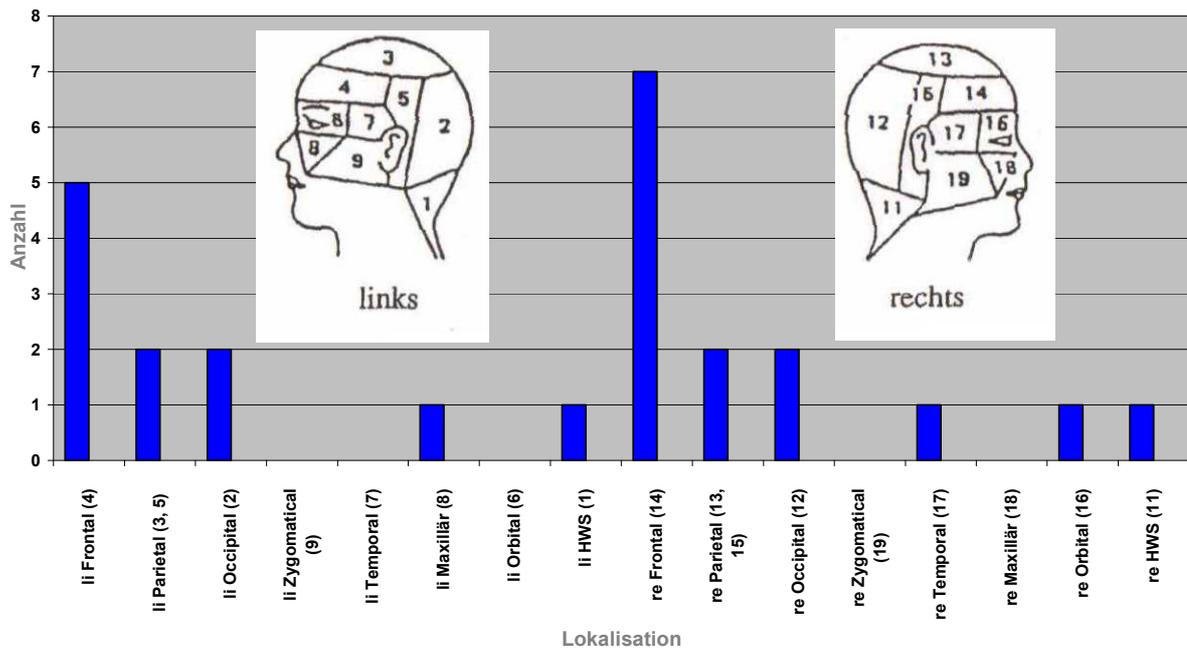


Abb.23: SIKI-Befragung Frage 12: Wo genau hast du Kopfschmerzen?

Bilder mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

Schmerzqualität

Die Frage nach der Schmerzqualität (Abb. 24) beantwortete die Mehrheit (64%, n=7) mit dem Adjektiv „drückend“. Gefolgt von „klopfend“ (n=3) und „stechend“ (n=3). Die sich anschließende Frage (Abb. 25) bearbeitet die Schmerzstärke, wobei hier der Patient seinen Kopfschmerz auf einer Skala zwischen „0“ für „keinen Schmerz“ und „10“ für „stärkster Schmerz, den ich mir vorstellen kann“ darlegen sollte. Wie eingangs in diesem Kapitel erwähnt, reduzierte sich bei dieser Befragung der Patientenpool von 15 auf 11. An dieser Stelle und speziell für die Angaben der Kopfschmerzstärke ist darauf hinzuweisen, dass zwei der Patienten, die keine Angaben zum SIKI-Bogen machen konnten, noch nie Kopfschmerzen beklagt haben. Diese zwei erscheinen nicht in der Graphik. Die Schmerzstärke wurde von den elf Patienten zwischen „2“ und „8“ angegeben. Jeweils 27% (n=3) gaben „5“ und „8“ als Schmerzstärke an.

Schlussfolgerung dieser Befragung ist, dass die häufigste Schmerzqualität „drückender Kopfschmerz“ ist und die Schmerzstärke auf einer Skala zwischen 0 und 10 bei 2 bis 8 von den Patienten angegeben wurde, wobei eine höhere Tendenz zu Schmerzstärken größer 5 zu erkennen ist.

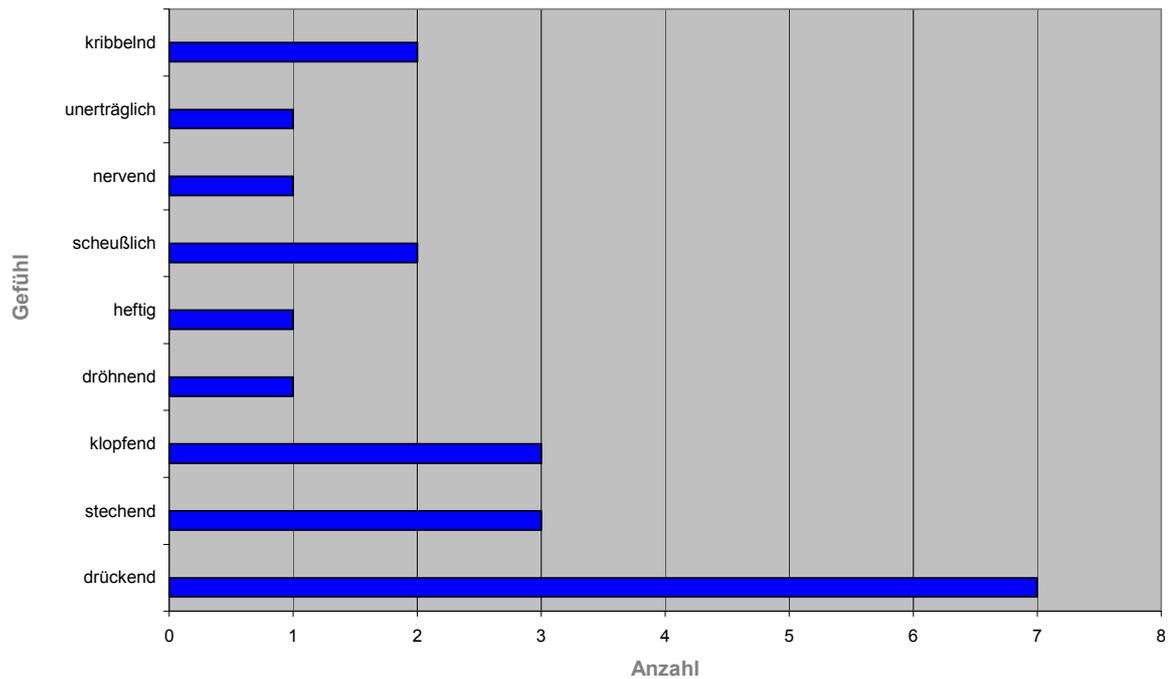


Abb.24: SIKI-Befragung Frage 13-20: Wie fühlen sich deine Kopfschmerzen an?

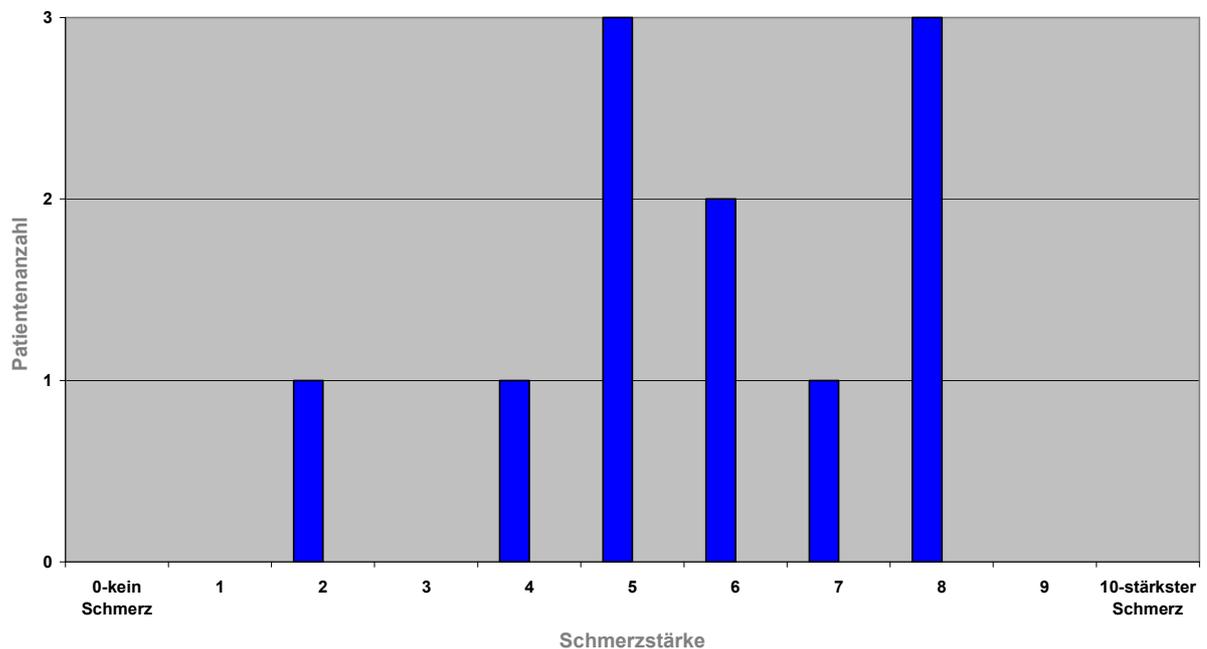


Abb.25: SIKI-Befragung Frage 21: Wie stark sind deine Kopfschmerzen meistens?

Situationsabhängiger Kopfschmerz

Die Frage, ob es Situationen gäbe, bei welchen der Kopfschmerz niemals aufträte, (siehe SIKI Frage 22) verneinten 64% (n=7). Die übrigen vier befragten Kinder bejahten diese Frage und gaben Situationen an wie „beim Essen“, „beim Schlafen“, „in

der Schule“, „beim Spielen“, bei welchen Kopfschmerzen niemals auftreten würden. Abbildung 26 befasst sich mit Bedingungen und modulierenden Faktoren für das Auftreten einer Kopfschmerzsymptomatik. Bei den farblich gekennzeichneten Antworten „nie“, „manchmal“ und „oft“, sticht die Patientenantwort „nie“ in blau bei der Mehrzahl der Antworten hervor. Lediglich bei der Frage, ob Kopfschmerz nach zu wenig Schlaf oder bei Müdigkeit auftrete, überwiegt die positive Beantwortung mit 55% (n=6). Bei den übrigen Fragen überwiegt eine Verneinung. Beispielsweise wurde die Frage, ob die Kopfschmerzen nach unregelmäßigen Mahlzeiten auftrete, mit 100% (n=11) verneint.

Festzuhalten ist, dass ein Zusammenhang zwischen äußeren Faktoren, wie Klimawechsel und Schulproblemen, sowie inneren Faktoren wie Hektik und Angst, und dem Auftreten von Kopfschmerzen bei unseren Befragten nicht bestand. Laut Befragung können Kopfschmerzen zu jeder Zeit, unabhängig von Situationen und Handlungen, auftreten.

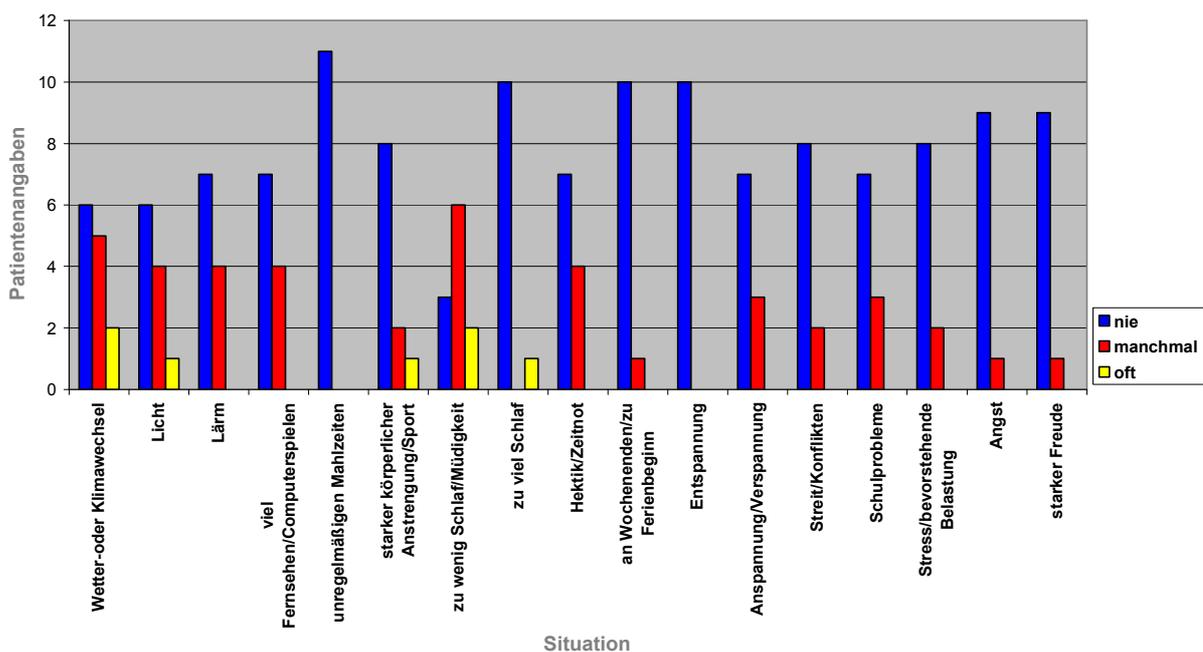


Abb.26: SIKI-Befragung Frage 34-51: Die Kopfschmerzen treten auf nach...

Beeinflussung des Tagesverlaufs durch die Kopfschmerzsymptomatik

Tabelle 2 veranschaulicht die Konsequenzen des Schmerzes, indem die Befragten Aussagen bewerten sollten. 73% (n=8) gehen trotz Kopfschmerzen in die Schule, 55% (n=6) können trotzdem die Schulaufgaben erledigen und 73% (n=8) der Befragten müssen auf Freizeitaktivitäten trotz Kopfschmerzen nicht verzichten.

	nie	manchmal	oft
gehe ich trotzdem zur Schule.	2	1	8
muss ich aus der Schule nach Hause kommen.	8	3	
kann ich nicht zur Schule gehen.	8	2	1
kann ich meine Schulaufgaben nicht machen.	6	1	2
kann ich meine Freunde nicht treffen.	8	2	1
kann ich in meiner Freizeit nichts unternehmen und nicht spielen.	7	3	1
kann ich meinen Eltern nicht im Haushalt helfen.	5	1	3
sind meine Freunde besonders nett zu mir.	7	1	3

Tabelle 2: SIKI-Befragung Frage 65-72: Wenn ich Kopfschmerzen habe, dann...

Insgesamt zeigt diese Befragung, dass der Patientenpool durch Kopfschmerzen kaum im Tagesablauf behindert wird.

Subjektives Krankheitsmodell

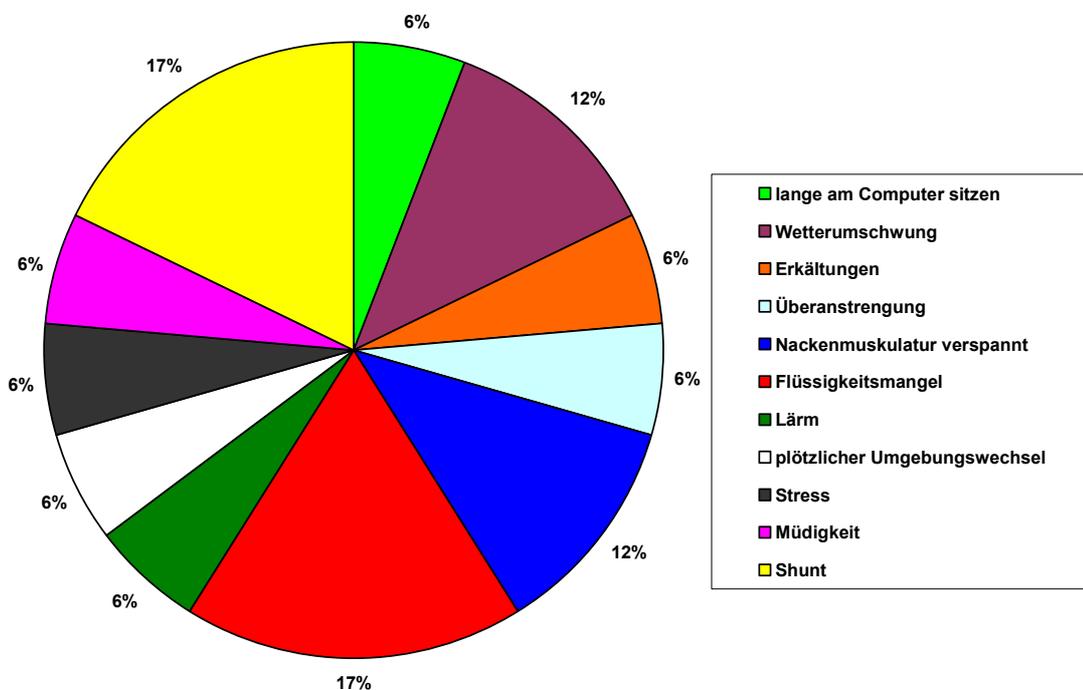


Abb.27: SIKI-Befragung Frage 75: Was glaubst du, welchen Grund die Kopfschmerzen haben?

Abbildung 27 stellt als Kuchendiagramm das subjektive Krankheitsmodell der Befragten dar. Hier war eine Mehrfachbeantwortung möglich. Am häufigsten wurde als Grund für die Kopfschmerzen der Shunt (n=3), ein Flüssigkeitsmangel (n=3), die verspannte Nackenmuskulatur (n=2) und ein Wetterumschwung (n=2) genannt. Dieses Diagramm veranschaulicht die Vielfalt der empfundenen Zusammenhänge der Patienten. Keines der Kinder bringt interessanterweise die Kopfschmerzsymptomatik mit ihrem Hydrozephalus in Verbindung.

Subjektives Krankheitsmodell aus Sicht der Patienteltern

Auch die Patienteltern wurden zum Thema „subjektives Krankheitsmodell“ befragt (Abb. 28) und konnten mehrere Gründe für die Kopfschmerzen ihrer Kinder nennen. Auch hier trifft man auf eine große Antwortvielfalt, wobei die häufigsten Antworten „zu wenig Flüssigkeitszufuhr“ (n=4), „Erkältung“ (n=3) und „Müdigkeit“ (n=3) waren. Keiner der Eltern gab im Gegensatz zu den Kindern als Grund für die Kopfschmerzsymptomatik den Shunt des Kindes an. Lediglich ein Elternteil sieht die Kopfschmerzen im Zusammenhang mit dem Hydrozephalus des Kindes.

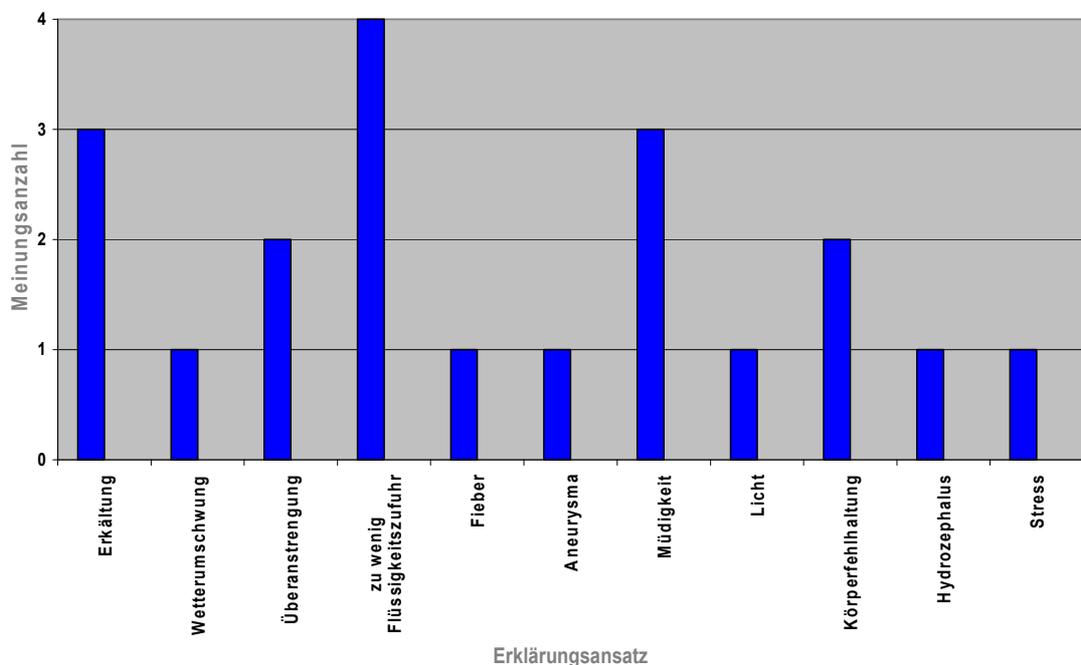


Abb.28: SIKI-Befragung Frage 15: Was glauben die Eltern des Patienten, welchen Grund die Kopfschmerzen haben?

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass alle Eltern eine subjektive Erklärung für die Kopfschmerzen ihrer Kinder hatten. Die häufigsten elterlichen Begründungen für die

Kopfschmerzen ihrer Kinder waren „zu wenig Flüssigkeitszufuhr“ und eine „Erkältung“. Ein Zusammenhang zwischen Hydrozephalus oder Shunt und Kopfschmerzsymptomatik sahen die meisten Eltern nicht.

3.2.2 Klinikinterner Fragebogen

Dieser Fragebogen wurde von den Kindern/Patienten gemeinsam mit ihren Eltern beantwortet und findet sich im Anhang dieser Arbeit. Beim Befragungspool handelte es sich um den gleichen wie bei der SIKI-Befragung, bestehend aus neun Jungen und sechs Mädchen. Die Tabellen 3a-3o zeigen die einzelnen hier zitierten Patientenantworten, und Abbildung 29 gibt graphisch die wichtigsten Ergebnisse des klinikinternen Fragebogens wieder.

♂ 17 Jahre	
Frage 1	☺ : „ich merke den Shunt gar nicht, stört manchmal, da Mitschüler mich ärgern“
Frage 2	Ja
Frage 3	nein: „manchmal, da ich nicht Schwimmen-/Radfahren-/Schleifebinden lernen kann“
Frage 4	☺
Frage 5	ja: „viele Getränke, Sonnenschutz, die aktuellsten Arztbriefe“
Frage 6	nein: „keine Kopfschmerzen“
Frage 7	ja: „Antibiotikabeschichtete Shunts sollten immer implantiert werden, Shuntverlängerung vom Säuglingsalter an, um Revisionsoperationen zu vermeiden“

Tabelle 3a: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♀ 21 Jahre	
Frage 1	☺ : „gut: parietale Lage, Shunt hinter Ohr; schlecht: Katheter verläuft zwischen weibl. Brüsten, sichtbar unter der Haut“
Frage 2	Ja
Frage 3	nein: „eingeschränkte Sportmöglichkeit: kein Turnen oder vom Sprungturmspringen“
Frage 4	☺
Frage 5	ja: „Unterlagen und Sonnenschutz mitnehmen, aufmerksam, dass Haut am Shuntverlauf nicht beschädigt wird“
Frage 6	nein, keine Kopfschmerzen
Frage 7	ja: „könnte kleiner sein“

Tabelle 3b: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 17 Jahre	
Frage 1	☺ : „stört nicht und man merkt ihn nicht, gehört mit zum Körper“
Frage 2	Ja
Frage 3	nein
Frage 4	☺
Frage 5	nein: „Shuntausweis“
Frage 6	nein: „keinerlei Beschwerden“
Frage 7	Nein

Tabelle 3c: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♀ 4 Jahre	
Frage 1	☺
Frage 2	--
Frage 3	ja: „vorsichtiger (Kopf nicht stoßen z.B. im Kindergarten - Kindergärtnerinnen sind eingeweiht)“
Frage 4	☺
Frage 5	nein: „Kind eher vorsichtiger (kein Turnen oder Radfahren)“
Frage 6	--
Frage 7	Nein

Tabelle 3d: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♀ 18 Jahre	
Frage 1	☺
Frage 2	Ja
Frage 3	Nein
Frage 4	☺
Frage 5	ja: „bestimmte Turnübungen nicht machen, Shuntpass mitnehmen“
Frage 6	1 Mal pro Monat: „sehr selten, vor kurzem Brustschmerzen im Shuntverlauf“
Frage 7	ja: „Shunt sollte etwas flacher/dünner/kleiner sein“

Tabelle 3e: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♀ 3 Jahre	
Frage 1	☺ : „gut: Material, keine Verstopfung, keine Verstellung; schlecht: Größe“
Frage 2	ja:
Frage 3	ja: „beim Frisör vorsichtig am Kopf, Kindergärtner sensibilisiert, dass Kind nicht am Kopf verletzt“
Frage 4	☺
Frage 5	ja: „Fliegen (ist noch nicht vorgekommen), beim Schwimmen nichts Besonderes“
Frage 6	nein, keine Kopfschmerzen
Frage 7	nein: „etwas kleiner, damit nicht am Hals so stark sichtbar“

Tabelle 3f: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 13 Jahre	
Frage 1	☺ : „gut: freies Leben möglich ohne Kopfschmerzen, mein Kind hat sich verändert; schlecht: aufpassen, dass sich Kind den Kopf an der Stelle des Shunts nicht stößt“
Frage 2	Ja
Frage 3	Nein
Frage 4	☺
Frage 5	ja: „Shuntausweis mitnehmen, Trainer und Lehrer wissen Bescheid“
Frage 6	nein, keine Kopfschmerzen
Frage 7	ja: „könnte kleiner sein“

Tabelle 3g: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 3 Jahre	
Frage 1	☺ : „bisher unkomplizierter Verlauf, schnelles Umstellen möglich: Erhöht die psychische Zufriedenheit“
Frage 2	Ja
Frage 3	Nein
Frage 4	☺
Frage 5	ja: „Bei Reisen: Information über nächstgelegene Neurochirurgie“
Frage 6	nein: „Eltern haben das Gefühl, dass ihr Kind manchmal empfindlicher ist, wenn es sich den Kopf stößt. Es kommt dann deutlich häufiger zu Blässe und Erbrechen.“
Frage 7	Ja

Tabelle 3h: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 6 Jahre	
Frage 1	☺ : „es sitzt von Anfang an super, bereitet keinerlei Probleme“
Frage 2	Ja
Frage 3	Nein
Frage 4	☺
Frage 5	Nein
Frage 6	nein, keine Kopfschmerzen
Frage 7	Ja

Tabelle 3i: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 21 Jahre	
Frage 1	☺
Frage 2	--
Frage 3	Nein
Frage 4	☺
Frage 5	Nein
Frage 6	täglich: „Kopfdruck“
Frage 7	--

Tabelle 3j: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 12 Jahre	
Frage 1	☺ : „Gut ist, dass sich Nicolas trotz Entwicklungsverzögerung toll entwickelt hat.“
Frage 2	Ja
Frage 3	ja: „Unsicherheiten im Umgang mit Sport, eingeschränkte körperliche Belastbarkeit“
Frage 4	☹
Frage 5	ja: „kein Fußball/Trampolinspringen/Flugreisen“
Frage 6	2-3 Mal im Monat: „Sehstörungen“
Frage 7	ja: „Das Ventil lässt sich nicht mehr verstellen, daher muss mein Sohn jetzt mit Unterdruck leben. Leider wurde versäumt, das Ventil vor der letzten Operation 2002 auf Funktionstüchtigkeit zu überprüfen“

Tabelle 3k: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♀ 5 Jahre	
Frage 1	☺ : „keine Probleme“
Frage 2	Ja
Frage 3	Nein
Frage 4	☺
Frage 5	Nein
Frage 6	nein, keine Kopfschmerzen
Frage 7	Ja

Tabelle 3l: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♀ 12 Jahre	
Frage 1	☹
Frage 2	Ja
Frage 3	Nein
Frage 4	☺
Frage 5	Nein
Frage 6	3-4 Mal pro Monat: „Schmerzen hinter dem Ohr, seit einem Jahr ständig Bauchschmerzen“
Frage 7	ja: „Schlauchverlängerung nur durch Operation?“

Tabelle 3m: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 7 Jahre	
Frage 1	☺: „Wenn es endlich auf die passende Geschwindigkeit gestellt ist, funktioniert es gut.“
Frage 2	Ja
Frage 3	ja: „Verzicht auf viele Sportarten oder Entertainment, bei Sicherheitskontrollen am Flughafen ist es oft nicht diskret/einfach zu erklären, Disziplin im Alltag ist nötig wie z. B. das Schlafengehen“
Frage 4	☺
Frage 5	ja: „bei Reisen: Liste von Krankenhäusern, die das Gerät haben, bei Sportarten: Helm tragen“
Frage 6	Selten Kopfschmerzen: „wenig Beschwerden, wenn man im Alltag in Bezug auf Schlaf und Trinkmenge aufpasst“
Frage 7	ja: „kleineres Implantat und vor allem nicht so kantig, nach MRT braucht eine Wiedereinstellung leider mehrere Versuche/Tage“

Tabelle 3n: Antworten Klinikinterner Fragebogen

♂ 19 Jahre	
Frage 1	☺: „keine Beschwerden“
Frage 2	Ja
Frage 3	--
Frage 4	☺
Frage 5	Nein
Frage 6	nein, keine Kopfschmerzen
Frage 7	ja: „es sollte lebenslang halten“

Tabelle 30: Antworten Klinikinterner Fragebogen

Bei der Einstiegsfrage zur Zufriedenheit mit dem Shunt gaben 87% (n=13) der Patienten das lächelnde Smiley und zwei der Patienten das neutrale Smiley an. 11 der Patienten kommentierten und belegten ihre Zufriedenheit damit, dass der Shunt keine Probleme und Beschwerden verursache und ein freies Leben möglich sei, da die Kopfschmerzen verschwunden seien. Drei der Patienten beschreiben die parietale Shuntlage als gut, da es hier nicht störe und so als dem Körper zugehörig empfunden werde. Eine Patientenmutter beschreibt genau diese Lage als problematisch, da sie verstärkt darauf achten müsse, dass sich ihr Kind an der Stelle nicht den Kopf stoße. Der Verlauf des subcutanen Katheters im weiblichen Dekolleté beschreibt eine 21-jährige als Einschränkung im Alltag bei ihrer Kleiderwahl. Als negativ gab ein Patient an, dass ihn der Shunt störe, da er von Mitschülern geärgert werde. Weiterer Kritikpunkt war bei einem Patienten die Größe des Shunts.

87% (n=13) der Patienten berichteten, dass die Implantation des Shunts eine Besserung bewirkt habe. Zwei der Patienten gaben hier keine Antwort. Bei zehn der Befragten beeinflusst der Shunt den Alltag nicht, wohingegen vier Patienten diese Frage bejahten und einer sich enthielt. Die Patienten gaben bei der Frage nach Alltagseinschränkungen Unsicherheiten im Umgang und der Durchführung von Sportarten wie Schwimmen, Turnen und Sprungturmspringen an. Außerdem berichteten zwei Elternteile, dass Kindergärtnerinnen oder Frisör sensibilisiert seien, auf den Kopf und den dort positionierten Shunt Acht zu geben. 73% (n=11) vertrauen auf die Zuverlässigkeit des Shunts und vier Patienten gaben hier ein gleichgültiges Smiley als Antwort. Über die Hälfte der Patienten (53%, n=8) treffen besondere Vorsichtsmaßnahmen vor außergewöhnlichen Tätigkeiten wie Reisen. Sie erklärten, dass sie Unterlagen, Shuntpässe und Arztbriefe bei sich führen und sich im Vorfeld über die nächstgelegene neurochirurgische Klinik informieren. Zudem erwähnten sie, genug Getränke sowie Sonnenschutz, um die Haut im Shuntverlauf zu schützen, bei Reisen bei sich zu führen. 60% (n=9) der Patienten haben keinerlei Beschwerden.

13% (n=2) führten an, ca. drei Mal im Monat unter Beschwerden wie Sehstörungen und retroaurikulären Schmerzen sowie Bauchschmerzen zu leiden. Ein Patient erwähnte, täglich „Kopfdruck“ zu verspüren. Die Mehrheit der Befragten (73% (n=11) sieht Verbesserungsbedarf des Shuntsystems. Die Patienten wünschen sich, dass der Shunt insgesamt etwas kleiner sein sollte und nach Möglichkeit lebenslang ohne Reoperationen halten sollte. Lediglich zwei der Befragten hielten das Shuntsystem für technisch ausgereift.

Als Ergebnis des klinikinternen Fragebogens kann festgehalten werden, dass die Mehrheit der befragten Patienten zufrieden mit dem Shunt ist (87%), da dieser eine Besserung der Symptomatik bewirkt habe (87%). Bei über der Hälfte der Patienten (60%) würden mit dem Shunt keinerlei Beschwerden auftreten. Bei der Mehrheit der Patienten beeinflusst der Shunt den Alltag nicht (66,7%, n=10), und 73% vertrauen auf die Zuverlässigkeit des Shunts. Trotz allem trifft mehr als die Hälfte der Patienten (55%) besondere Maßnahmen vor außergewöhnlichen Tätigkeiten, und die absolute Mehrheit (73%) sieht trotz Zufriedenheit mit dem Shunt Verbesserungsbedarf.

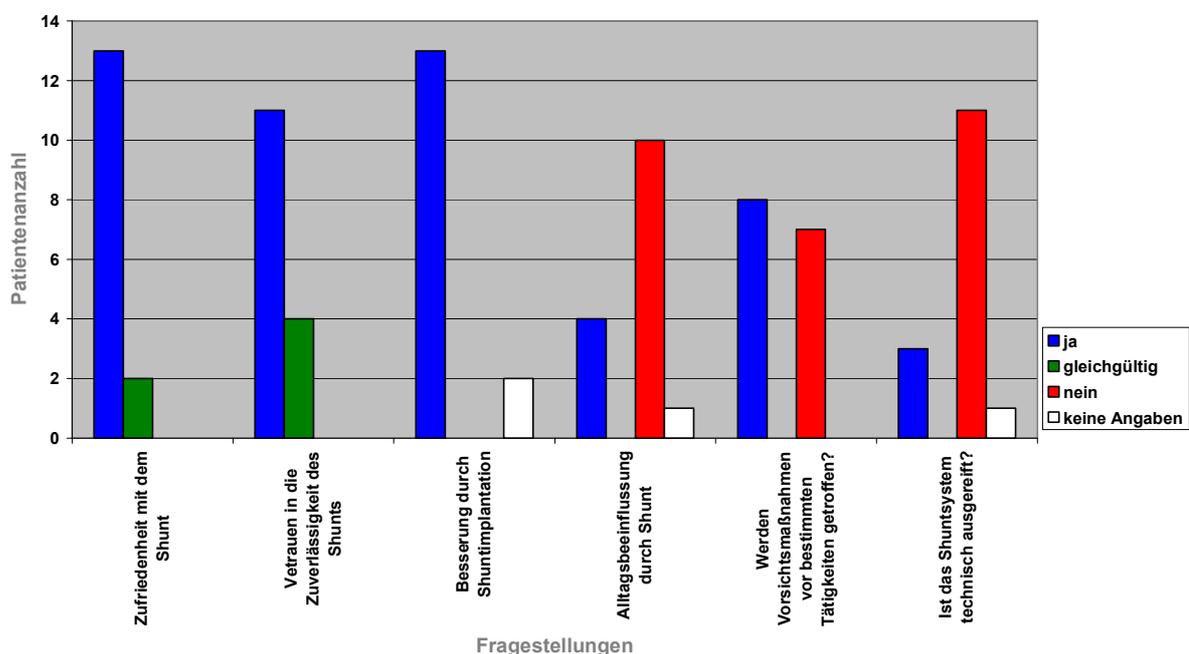


Abb.29: Klinikinterner Fragebogen

4. Diskussion

4.1 Aktenstudie

4.1.1 Operationsindikation, Revisionsraten und Latenzzeit bis zur ersten Revision

In der Literatur wird kontrovers diskutiert, ob die initiale Operationsindikation bzw. die Hydrozephalusursache auf die Revisionsrate Einfluss nimmt. In dieser Arbeit zeigten sich als häufigste Primäroperationsindikationen mit 33,3% (n=34) der Hydrozephalus aufgrund einer Malformation sowie mit 29,4% (n=30) der posthämorrhagische Hydrozephalus. Festzuhalten ist, dass in unserer Studie Patienten mit einem posthämorrhagischen Hydrozephalus am häufigsten (86,6%, n=26) einer oder mehrerer Revisionsoperationen unterlagen. In der Kohorte der 65 Patienten mit Paedi GA- oder Codman Hakim-Ventil zeigte sich sogar eine signifikant ($p = 0,0017$) höhere Revisionsrate bei Patienten mit posthämorrhagischen Hydrozephalus [48]. Dieses Ergebnis stimmt überein mit anderen Studien. Hahn et al. (1994) sieht einen Zusammenhang zwischen Hydrozephalusätiologie und Revisionsrate, da in seiner Studie Kinder mit einem posthämorrhagischen Hydrozephalus eine drei Mal höhere Revisionsrate aufwiesen als Kinder mit posttraumatischem Hydrozephalus [49]. Auch Tuli et al. (2000) zeigte in einer prospektiven Untersuchung, dass ein Hydrozephalus aufgrund einer intraventrikulären Blutung, aufgrund eines Tumors oder einer Meningitis ein signifikanter Risikofaktor für Revisionen darstellt [48, 50]. Di Rocco et al. publizierte 1994 ebenso als Kernaussage einer Untersuchung an 773 pädiatrischen Hydrozephaluspatienten, dass die Hydrozephalusätiologie und das Patientenalter die Revisionsraten am stärksten beeinflussten. Hingegen sei die Wahl des Ventrikuloperitonealen Shunts hinsichtlich erhöhter Revisionsraten weniger von Bedeutung [51]. Simon et al. publizierte 2012 eine retrospektiv durchgeführte Studie an 554 Patienten im Alter bis zu 18 Jahren, welche mit einem Ventrikuloperitonealen Shunt therapiert worden waren. Hier wurde ebenfalls eine statistische Signifikanz zwischen posthämorrhagischem Hydrozephalus und erhöhter Revisionsrate nachgewiesen [52].

Jedoch lassen sich in der Literatur auch Gegenstimmen für diese Hypothese finden. McGirt et al. (2002) untersuchte bei 826 Shuntoperationen mögliche Faktoren für erhöhte Revisionsraten und konnte zwischen der Ätiologie des Hydrozephalus und der

Revisionsoperationsrate keinen Zusammenhang finden [53]. Auch in einer von Shannon et al. (2012) durchgeführten Studie mit 338 Patienten zeigte sich, dass zwischen der Revisionsrate und der Ätiologie des Hydrozephalus kein Zusammenhang besteht [54]. Hier wurden jedoch zwei Kohorten, eine Gruppe bestehend aus Kindern mit posthämorrhagischen und eine Gruppe mit nicht-posthämorrhagischen Hydrozephalus identifiziert. Als Risikofaktoren für Revisionsoperationen wurden ein niedriges Geburtsgewicht und ein geringes Alter bei Primäroperation herauskristallisiert [54]. Zudem wurde postuliert, dass für die Gruppe der Patienten mit posthämorrhagischen Hydrozephalus eine prospektive Studie zur Untersuchung der Operationseffekte und Revisionsoperationsraten noch ausstehe [54]. Es bleibt also in Shannons Studie offen, ob die posthämorrhagische Ätiologie eines Hydrozephalus zu hohen Revisionsraten führt oder ob die Gegebenheiten dieser Kohorte wie niedriges Geburtsgewicht und geringes Alter bereits die Ursachen für Revisionen bedingen.

Bei den Ergebnissen der dieser Arbeit zu Grunde liegenden Studie ist, bedingt durch das retrospektive Studiendesign, mit einer statistischen Verzerrung zu rechnen, da einerseits die Kohorten der Patienten mit Paedi GA- und Codman Hakim-Ventil nicht gleichermaßen aus vergleichbaren Patienten in Bezug auf das Alter und die Hydrozephalusätiologie bestanden. Andererseits entsteht eine mögliche statistische Verzerrung dadurch, dass Patienten mit posthämorrhagischem Hydrozephalus allein aufgrund dieser Hydrozephalusätiologie sehr jung sind und somit zwischen beiden Gruppen unterschiedliche Altersstrukturen herrschen [48]. Zudem lässt sich in unserer Studie eine Beeinflussung des untersuchten Patientenkollektivs durch Behandlungsprotokolle dieser Klinik, individuelle chirurgische Entscheidungen und letztendlich die Nähe zur neonatologischen Klinik der Universität nicht verhindern.

Hinsichtlich der Revisionsoperationen liegt vorliegende Studie mit einer Revisionsrate von 60,8% im Bereich der Zahlen, welche in der Literatur zu finden sind. Es wurden 101 Revisionsoperationen bei insgesamt 62 Patienten durchgeführt, sodass 1,6 Operationen pro Revisionspatient und 0,99 Operationen pro Erstoperationspatient durchgeführt wurden. Untersuchungen von Tuli et al. (2000) aus einer zehnjährigen prospektiven Studie ergaben 1183 Revisionsoperationen an 839 operierten Patienten und somit eine Revisionsrate von 1,4 [50]. Ghritlaharey et al. veröffentlichte 2012 eine prospektive fünfjährige Studie, bei welcher von 236 Shuntpatienten 40 mit Hilfe von 48 Operationen revidiert werden mussten. Hier ergibt sich also eine Revisionsrate von 1,2

Operationen pro Revisionspatient. Jedoch wurden von den 236 Shuntpatienten lediglich 17% revidiert [55]. Eine aktuelle retrospektive Langzeitstudie von Stone et al. (2013) zeigt, dass innerhalb von 20 Jahren 84,5% der untersuchten Kohorte bestehend aus 64 Patienten eine oder mehr Revisionsoperationen benötigten. Hier ergab sich eine Rate von 2,66 Operationen pro erstoperierten Patienten [56]. Diese Studien veranschaulichen, dass die Revisionsraten, die in der Literatur zu finden sind, eine große Spannweite haben können, bei welchen der Beobachtungs- und Untersuchungszeitraum eine einflussnehmende Rolle spielt. Es wird außerdem ersichtlich, dass bezüglich der errechneten Raten keine einheitliche Definition genutzt und somit ein direkter Vergleich erschwert wird. Dennoch lassen sich die Ergebnisse einer Revisionsrate von 1,6 (60,8%) in unserer Untersuchung mit bereits veröffentlichten Ergebnissen vergleichen und einordnen.

Betrachtet man die durchschnittliche Latenzzeit von Primäroperation zu erster Revisionsoperation, so liegt diese in unseren Daten bei 23,7 Monaten. Diese Zeitspanne liegt im Rahmen der in der Literatur zu findenden Angaben. Shannon et al. beschreibt in einer Publikation aus 2012, dass die Mehrheit der Revisionen in den ersten zwei Jahren nach Primäroperation durchgeführt wurden [54]. In den Untersuchungen von Stones et al. (2013) ergab sich eine durchschnittliche Zeit bis zur ersten Revision von 2 Jahren und eine mittlere Latenz von 12 Monaten [56].

4.1.2 Revisionsindikationen

In der vorliegenden Untersuchung wurden Revisionsindikationen nach mechanischen, infektiösen und funktionellen Kriterien eingeteilt. Es zeigte sich, dass insgesamt mechanische Revisionsgründe in über der Hälfte aller Revisionsoperationen (58,8%, n=59) vorlagen. Unter den mechanischen Ursachen war mit 28,7% (n=29) die Shunt dysfunktion am häufigsten vertreten. Gefolgt von Infektionen mit 27,7% (n=28). Ein Zusammenhang zwischen Ventil und Revisionsindikation konnte nicht festgestellt werden. Die in dieser Untersuchung aufgetretenen Revisionsindikationen lassen sich mit Revisionsursachen aus der Literatur vergleichen. Shannon et al. (2012) zeigte in einer retrospektiven fünfjährigen Studie, dass die Obstruktion im Rahmen einer Shunt dysfunktion und die Infektion die häufigsten Revisionsursachen darstellten [54]. Auch bei der von Di Rocco et al. (1994) publizierten Multicenter-Studie waren die

häufigsten Revisionsursachen die mechanische Shunt Dysfunktion mit 61,8% und die Infektion mit 22,7% [51]. Tuli et al. (2000) untersuchte 1183 Revisionsoperationen an 839 Patienten über eine Zeitspanne von zehn Jahren, wobei als häufigste Revisionsindikationen die Obstruktion als Shunt Dysfunktion in 66,7% der Fälle und die Infektion in 19% der Fälle auftraten [50].

4.1.3 Paedi GA- vs. Codman Hakim-Ventil: Ventilbezogene Revisionsraten

In der dieser Dissertation zu Grunde liegenden Untersuchung wurde von den insgesamt 102 operierten Shunt-Patienten eine Kohorte bestehend aus 73 Patienten extrahiert, welche in 44 Fällen mit einem Paedi GA-Ventil und in 29 Fällen mit einem Codman Hakim-Ventil versorgt worden waren. Hinsichtlich der Indikation zur Primäroperation deckt sich die Häufigkeitsverteilung mit den Ergebnissen für die gesamte Studie. Gleichermäßen überwiegen in dieser Kohorte die Operationsindikationen des posthämorrhagischen Hydrozephalus und des Hydrozephalus aufgrund von einer Malformation oder eines Tumors. Jedoch verteilen sich diese Indikationen ungleichmäßig auf die Ventiltypen, da der posthämorrhagische Hydrozephalus in der Kohorte der Paedi GA- und Codman Hakim-Ventile in 76,5% (n=13 von 17 Patienten) mit einem Paedi GA-Ventil versorgt worden war. Der Hydrozephalus durch Malformation wurde in 66,7% (n=16 von 24) ebenfalls mit einem Paedi GA-Ventil versorgt. Der tumorbedingte Hydrozephalus wurde in dieser Kohorte in 54,2% (n=13 von 24) mit einem Codman Hakim-Ventil versorgt. Dies hängt in dieser Studie damit zusammen, dass Kinder mit posthämorrhagischen Hydrozephalus sowie mit Malformationen meist sehr jung operiert worden waren und aufgrund ihrer Körpergröße das kleinere Paedi GA-Ventil implantiert bekommen hatten [48]. Dies spiegelt sich auch in den untersuchten Zeitpunkten der ersten Operation wieder, da Kinder mit einem Paedi GA-Ventil ein mittleres Implantationsalter von 18 Monaten zeigten, im Gegensatz zu 70 Monaten bei Kindern mit Codman Hakim-Ventil [48]. Die resultierenden Unterschiede beider Kohorten, bezogen auf Alter der Patienten und Ätiologie des Hydrozephalus, zeigen dennoch fast identische Revisionsraten von 53% in der Paedi Gav- und 56% in der Codman Hakim-Gruppe. Diese lassen die Schlussfolgerung zu, dass sowohl das Paedi GA-Ventil als auch das Codman Hakim-Ventil eine vergleichbare Leistung im klinischen Alltag erbringen [48]. Zu beachten ist

bei dieser Schlussfolgerung jedoch der Verzerrungseffekt durch die nicht randomisierten Gruppen. Jedoch konnte bisher noch keine Studie eine Überlegenheit eines bestimmten Shuntmodells bzgl. des Shuntüberlebens oder der Revisionsraten zeigen [48]. Stone et al. (2013) fand in einer retrospektiven Studie von 10 Jahren keinen statistisch relevanten Zusammenhang zwischen Shunttyp und Revisionsraten [56]. Haberl et al. (2009) untersuchte über einen Zeitraum von zwei Jahren Patienten bis zum Alter von 16 Jahren, die als ersten Ventrikuloperitonealen Shunt ein GAV-Shunt („*gravity-assisted valve*“) implantiert bekommen hatten. In dieser Studie konnte keine statistisch signifikante Auswirkung des Ventiltyps und hoher Revisionsraten bei Kindern nachgewiesen werden [48, 57]. Drake et al. (2000) postulierte, dass es sehr wohl einen Effekt des verwendeten Shunttyps auf die Revisionsrate geben könnte, welcher bisher vielleicht nicht mit verbesserten Resultaten in Studien aufgefallen sei [58].

Bei der Betrachtung der Revisionsraten in Bezug auf das Patientenalter bei Primäroperation zeigte sich in dieser Untersuchung, dass 64% (n=23) der insgesamt 36 Patienten, die bei der ersten Operation jünger als zwölf Monate waren, revidiert werden mussten. Vergleichend hierzu lag die Revisionsrate der Altersgruppe 13 bis 60 Monate und der Altersgruppe über 60 Monate mit 40% (n=6) und 43% (n=6) deutlich tiefer [48].

Die Konsequenz dieser Untersuchungsergebnisse ist die Schlussfolgerung, dass junges Patientenalter bei Primäroperation mit einer erhöhten Revisionsrate einhergeht. Aufgrund eines zu geringen Patientenkollektivs in der Altersgruppe unter zwölf Monaten erreichten unsere Ergebnisse keine statistische Signifikanz [48]. In der Zusammenschau mit der aktuellen Literatur kann dieses Ergebnis dennoch als Korrelation zwischen jungem Patientenalter und höheren Revisionsraten verstanden werden. Shannon et al. (2012) betrachtete 439 Patienten in einer retrospektiven Studie, die in den Jahren 2000 bis 2005 in Alabama, USA an einem pädiatrischen Hydrozephalus erkrankt und mit einem Ventrikuloperitonealen Shunt therapiert worden waren. Er belegte mit statistischer Signifikanz, dass das Alter bei der ersten Implantation des Shunts mit einer kürzeren Zeit bis zur ersten operativen Revision korreliert. Außerdem wies Shannon nach, dass junges Patientenalter sowie geringes Patientengewicht bei Primärimplantation mit höherem Shuntversagen einhergehen [54]. Piatt et al. (1993) untersuchte in einer retrospektiven Studie in Oregon, USA in der Zeit von 1976 bis 1989 727 Shuntimplantationen und bestätigte mit statistischer

Signifikanz, dass Patienten, die bei Primärimplantation jünger als zwei Jahre alt waren, ein erhöhtes Risiko für Shuntobstruktionen aufwiesen. Da Shuntobstruktionen durch eine Revisionsoperation behoben werden mussten, findet sich in Piatts Studie ein Zusammenhang zwischen jungem Patientenalter und Revisionsoperationen [59]. Gleichermäßen bewies Tuli et al. (2000) in einer zehnjährigen prospektiven Studie mit 839 Patienten in Toronto, USA einen Zusammenhang zwischen Patientenalter und Revisionsrate. Er zeigte in seiner Studie mit statistischer Signifikanz, dass, wenn Patienten ein jüngeres Lebensalter als ein Jahr bei Primärimplantation eines Ventrikuloperitonealen Shunts aufweisen, dies mit einem höherem Shuntversagen korreliert als bei älteren Kindern [50].

4.2 Patientenbefragung: SIKI-Fragebogen

In unserem Befragungspool bestehend aus 15 Patienten mit Ventrikuloperitonealem Shunt resultierte als ein Hauptergebnis in Bezug auf eine Kopfschmerzsymptomatik, dass bei 73% dieser Patienten Kopfschmerzen seltener als einmal im Monat auftraten. Im Hinblick auf die Schmerzqualität wurde ein drückender Kopfschmerz am häufigsten durch die Patienten angegeben. Zudem gab die Mehrheit der Befragten an, bei einer Kopfschmerzsymptomatik diese hauptsächlich auf der rechten Kopfseite zu verspüren. Dennoch assoziierte keines der Kinder im subjektiven Krankheitsmodell diese Schmerzen mit ihrem Hydrozephalus oder mit dem implantierten Shunt, welcher in den meisten Fällen auf der rechten Kopfseite platziert war. Überdies wurde das Auftreten von Kopfschmerzen nicht mit situativen oder handlungsspezifischen Faktoren in Zusammenhang gebracht. Weiterhin zeigte sich in unserer Befragung, dass eine aufgetretene Kopfschmerzsymptomatik zu keiner erheblichen Beeinflussung des Tagesverlaufs und Alltags der Patienten führt.

Der pädiatrische Kopfschmerz stellt sich in der Fachwelt als ein vielseitig diskutiertes Thema dar. Mit einer Prävalenz von 58,4% ist der Kopfschmerz bei Kindern und Jugendlichen ein verbreitetes Symptom [60]. Dennoch lassen sich in der gegenwärtigen Literatur keine Untersuchungen finden, die die Prävalenz postoperativer Kopfschmerzen bei Hydrozephaluspatienten näher darstellen. Garton et al. stellte 2001 Symptome vor, welche einen Zusammenhang mit einem Shuntversagen signalisieren und als Leitsymptome in der klinischen Untersuchung

gelten. Hierzu zählen Symptome wie Übelkeit, Schwindel, Bewusstseinsverlust, Reizbarkeit, Erythem und hervorstehende Fontanellen, welche in einer an 344 Kindern durchgeführten prospektiven Multicenter-Studie deutlich wurden [61]. Der Kopfschmerz wurde in Gartons Untersuchung nicht als Leitsymptom für ein aufkommendes Shuntversagen genannt. Dies könnte mit fehlender Messbarkeit von Kopfschmerzen und mit ihrer naturgemäßen Subjektivität in Zusammenhang gebracht werden. Eine aktuelle Untersuchung von Balossini et al. (2013) zeigt aufgrund der Notwendigkeit der Triagierung von pädiatrischen Kopfschmerzpatienten in der Notaufnahme die Vielfältigkeit der Kopfschmerzätiologien, welche von Migräne über respiratorische und virale Infekte bis zu Meningitis und Myopie reicht [62]. Diese aufgezeigten Gegebenheiten veranschaulichen denkbare Gründe dafür, weshalb es sich bei Patienten mit möglicherweise shuntbedingter Kopfschmerzsymptomatik um ein nicht ausreichend untersuchtes Patientenkollektiv handeln könnte.

4.3 Patientenbefragung: Klinikinterner Fragebogen

Die Zielsetzung unseres klinikinternen Fragebogens war es, Einschränkungen des alltäglichen Lebens mit einem Shunt zu ermitteln. Hauptergebnis der Befragung an fünfzehn Patienten war, dass 87% (n=13) zufrieden mit der Shuntversorgung sind. Bei der Mehrheit der Patienten beeinflusst der Shunt den Alltag kaum (66,7%, n=10) und 73% vertrauen auf die Zuverlässigkeit des Shunts. Dennoch gaben einige der Patienten Alltagseinschränkungen wie Unsicherheiten im Umgang und der Durchführung von Sportarten an, und über die Hälfte der Befragten (55%, n=8) führte auf, besondere Maßnahmen vor außergewöhnlichen Aktivitäten wie Reisen zu ergreifen. Diese Diskrepanz zwischen hoher Zufriedenheit und der Durchführung besonderer Maßnahmen bei außergewöhnlichen Aktivitäten veranschaulicht die Subjektivität der Frage nach Lebensqualität und zeigt die Problematik eines solchen Fragebogens. Obgleich die meisten Patienten über Zufriedenheit mit ihrer Shuntversorgung berichteten, so sahen 73% Verbesserungsbedarf der Shunttechnologie.

Auch in der Literatur spielt die Erfassung des Alltagslebens und der Lebensqualität von Hydrozephaluspatienten eine Rolle. Es finden sich verschiedene Studien, welche mit Hilfe unterschiedlicher Methoden und Strategien die Lebensqualität und die

Integrität in die Gesellschaft von Hydrozephaluspatienten untersuchen. In einer retrospektiv durchgeführten Studie von Paulsen et al. (2010) an insgesamt 138 Hydrozephaluspatienten, an welchen zwischen 1985 und 1988 eine Shuntversorgung am National Hospital in Oslo, Norwegen durchgeführt wurde, wurde die gesundheitsbezogene Lebensqualität („*health related quality of life*“) mittels eines Patientenfragebogens untersucht [63]. Daneben wurde der in der klinischen Praxis oft angewandte Barthel-Index genutzt, um alltägliche Fähigkeiten und Pflegebedürftigkeit zu evaluieren. Diese Studie zeigte, dass die Mehrheit der untersuchten Population an jungen Erwachsenen ein Leben vergleichbar zu gesunden jungen Erwachsenen führt. Dennoch zeigte die Studie auch, dass ein erheblicher Teil dieser jungen Erwachsenen auf alltägliche Hilfe angewiesen ist, und ein Fünftel der Befragten konnte zum Zeitpunkt der Befragung keinen Beruf ausüben. Dies führten die Autoren des Artikels auf die primäre Gehirnschädigung durch den Hydrozephalus zurück [63]. Auch Gupta et al. (2007) untersuchte in einer Studie mit 1459 Hydrozephaluspatienten anhand unterschiedlicher Charakteristika die sozialen Fähigkeiten der Patienten, um hiermit das alltägliche Leben zu erfassen [64]. Die Daten wurden mit Hilfe der amerikanischen Hydrozephalus-Datenbank und mit Hilfe von Fragebögen an die Patienten gesammelt. Hierbei wurde eine Subpopulation von 403 Patienten hervorgehoben, da sie zum Zeitpunkt der Befragung zwanzig Jahre und älter waren. Zudem wurden sie in die Gruppe, welche jünger als 18 Monate bei Primäroperation eines Shuntsystems waren oder in die Gruppe von Patienten, die älter als 18 Monate bei Primäroperation waren, eingeteilt. Als Ergebnis zeigte sich, dass Erwachsene, welche bei der Primäroperation jünger als 18 Monate waren, in 45% der Fälle wegen Depressionen in Behandlung waren, 45% benötigten zudem spezielle zusätzliche Hilfe in der Schule und 75% hatten zum Befragungszeitpunkt keinen Lebenspartner [64]. Es zeigte sich in dieser Untersuchung, dass eine Primäroperation bei Patienten jünger als 18 Monate einen stärkeren Einfluss auf das spätere Leben hat, als bei Patienten, welche zu einem späteren Zeitpunkt operiert wurden [64]. Die Autoren fassten zusammen, dass ein Hydrozephalus bei sehr jungen Menschen (< 18 Monate) mit einer höheren mentalen Gesundheitseinschränkung einhergeht [64]. Ferner plädierten die Autoren für eine zukünftige notwendige Untersuchung von individuellen und sozialen Auswirkungen des Ventrikuloperitonealen Shunts auf den Patienten mit Hilfe von standardisierten Befragungsmethoden [64].

Viele Autoren fassen zusammen, dass die Lebensqualität von Hydrozephaluspatienten einer hohen Variabilität unterliegt. Wie in unserer Untersuchung können junge Patienten mit Hydrozephalus ohne oder nur mit wenigen Alltagsbeschränkungen aufwachsen. Jedoch zeigen die zwei genannten Studien, dass ein kindlicher Hydrozephalus bei jungen Erwachsenen ein Leben ausschließlich mit fremder Hilfe und mit emotionalen sowie sozialen Defiziten zur Folge haben kann [65]. Kulkarni et al. (2007) versuchte mit Hilfe eines Befragungsbogens („*hydrocephalus outcome questionnaire*“) Faktoren für die Folgen für den Patienten nach einer Hydrozephalusoperation aufzudecken [65]. Dabei wurde festgestellt, dass kognitive Eigenschaften unter einer Shuntoperation geschädigt werden. Außerdem wurden weitere Faktoren für eine schlechtere Weiterentwicklung des Patienten aufgezeigt. Hierzu nannte Kulkarni et al. eine erhöhte Anzahl an Krampfanfällen, ein verlängerter Krankenhausaufenthalt aufgrund der Primäroperation, eine Shuntinfektion, eine Überdrainage oder eine hohe Distanz zum Krankenhaus [65]. Dennoch zeigte der verwendete Fragebogen zur Messung der Lebensqualität eine Auswertung von 0,68, wobei 0 die schlechteste Lebensqualität und 1 die beste darstellt. Kritikpunkt dieser Auswertung ist der fehlende Vergleich zur Normalbevölkerung.

Die Ergebnisse unserer Befragung und die der vorgestellten Studien veranschaulichen die Problematik der Untersuchung und der Bewertung des alltäglichen Lebens nach einer Operation mit einem Ventrikuloperitonealen Shunt. Ursächlich sind vielseitige Untersuchungsaspekte und Zusammenhänge von Symptomen und Faktoren, die die Lebensbedingungen in unserer Gesellschaft widerspiegeln und letztendlich von der Darstellung und Bewertung der Lebenszufriedenheit der Patienten, die naturgemäß mit Subjektivität behaftet ist, abhängt.

5. Schlussfolgerung

Die in dieser Arbeit ermittelten Revisionsraten können mit den Zahlen aus der Literatur verglichen werden. Als häufigste Revisionsursachen erwiesen sich in dieser Studie die Shunt Dysfunktion und die Infektion. Hinweise für ventilabhängige Revisionsursachen oder für die Überlegenheit eines Shuntmodells konnten in dieser Studie nicht festgestellt werden. Es zeigten sich in der Paedi Gav- sowie in der Codman Hakim-Kohorte kongruente Revisionsraten bei unterschiedlichen Altersstrukturen hinsichtlich der Primärimplantation des jeweiligen Ventiltyps. Folglich zeigten beide Ventiltypen vergleichbare Leistungen im klinischen Alltag, sodass diese Vergleichbarkeit der Revisionsraten das klinikinterne Protokoll der geeigneten Ventilauswahl untermauert [48]. Dieses basiert nicht auf der Verstellbarkeit der Ventile, sondern auf dem Patientenalter und der unterschiedlichen Ventilgröße bei den Herstellern. Das Paedi GA-Ventil wird für jüngere und kleinere Kinder (mittleres Implantationsalter 18 Monate) und das Codman Hakim-Ventil für ältere und größere Patienten (mittleres Implantationsalter 70 Monate) genutzt [48]. Gleichwohl unsere Revisionsraten in die Literatur einzuordnen sind, zeigen Revisionsraten im allgemeinen große Spannweiten, da Beobachtungs- und Untersuchungszeitraum unterschiedlicher Studien divergieren. Zudem birgt die uneinheitliche Definition und Berechnung der Revisionsrate die Schwierigkeit der direkten Vergleichbarkeit unter den Untersuchungen. Diese Uneinheitlichkeit der Definitionen begleitet das Thema des Hydrozephalus von Anbeginn an, da unterschiedliche Einteilungen der Hydrozephalusätiologie und der Komplikationsursache international parallel genutzt werden. Dies hängt womöglich mit dem noch fehlenden detaillierten Verständnis der Liquorphysiologie zusammen, sodass hier Grundlagenforschung betrieben werden muss, um eine einheitliche Hydrozephaluseinteilung, die international verwendet werden sollte, aufstellen zu können.

Weiterhin zeigt diese Untersuchung in der Kohorte der Paedi GA- und Codman Hakim-Ventile mit statistischer Signifikanz, dass ein erhöhtes Risiko für eine Revisionsoperation bei posthämorrhagischem Hydrozephalus besteht [48]. Ein erhöhtes Risiko für eine Revisionsoperation besteht auch bei Patienten, die bei ihrer Primäroperation sehr jungen Alters (< 12 Monate) waren [48]. Vorliegende Studie zeigt auch, dass Revisionsoperationen meist innerhalb der ersten 2 Jahre nach

Primäroperation stattfinden. Unsere Ergebnisse lassen sich auch in anderen Studien wieder finden.

Zwischen Patient und Shunt herrschen komplexe Interaktionen, welche noch nicht bis ins Detail verstanden sind. Nicht quantifizierbare Faktoren wie die Erfahrung und Behandlungsprotokolle der Klinik und des Chirurgen sowie die klinische Einschätzung von Patientenerfordernissen und schließlich die Übung und der intraoperative Umgang mit bestimmten Shunttypen scheinen für das Shuntüberleben von Bedeutung zu sein. Wichtig ist es in zukünftigen Studien, die genaue Pathophysiologie eines Shuntversagens zu untersuchen, um folglich die Faktoren, die über das Shuntüberleben entscheiden, zu detektieren.

In vorliegender Untersuchung konnten eine shuntbedingte Kopfschmerzsymptomatik und Einbußen in der Lebensqualität unter Zuhilfenahme eines Fragebogens nicht nachgewiesen werden. Dennoch führten unsere Patienten Unsicherheiten im Umgang mit außergewöhnlichen Tätigkeiten wie Flugreisen oder bestimmten Sportarten an. In den Auswertungen wurde eine Diskrepanz zwischen hoher Patientenzufriedenheit und Angaben über Maßnahmen vor besagten außergewöhnlichen Tätigkeiten deutlich. Hier stehen prospektive randomisierte Untersuchungen von postoperativer Kopfschmerzsymptomatik und quantifizierbaren postoperativen Alltagsauswirkungen unter Zuhilfenahme von standardisierten Befragungsmethoden aus.

Mit dieser Untersuchung an einem ausreichend großen Kollektiv möchten wir hoffen, dass die für die Klinik bedeutenden Ergebnisse zukünftig auf die Technik der Shuntoperationen, wie auch auf die industrielle Fertigung der Shunts positiven Einfluss nehmen, um den Patienten die schwere Erkrankung des Hydrozephalus zu erleichtern.

6. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Davidoff LM (1929) Treatment of hydrocephalus. Historical review and description of a new method. *Arch Surg* 18:1737–1762
- [2] Ames RH (1967) Ventriculo-peritoneal shunts in the management of hydrocephalus. *J Neurosurg* 27: 525-529
- [3] Aschoff A, Kremer P, Hashemi B, Kunze S (1999) The scientific history of hydrocephalus and its treatment. *Neurosurg Rev* 22: 67-93; discussion 94-65
- [4] Laurence KM, Coats S (1962) The natural history of hydrocephalus. Detailed analysis of 182 unoperated cases. *Arch Dis Child* 37: 345-362
- [5] Netter FH (2000) *Atlas der Anatomie des Menschen* 2. Auflage, S. 103. Thieme Verlag, Stuttgart, New York
- [6] Dandy WE (1919) Experimental hydrocephalus. *Ann Surg* 70: 129-142
- [7] Trepel M (2008) *Neuroanatomie Struktur und Funktion*, 4. Auflage, S. 284-293. Urban & Fischer Verlag, München, Jena
- [8] Moskopp D, Wassmann H (2005) *Neurochirurgie*, S. 488-500. Schattauer Verlag, Stuttgart
- [9] Simon C, Geile G (1991) *Pädiatrie: Lehrbuch der Kinderheilkunde* 6. Auflage, S. 321-326. Schattauer Verlag, Stuttgart, New York
- [10] Rekate HL (2009) A contemporary definition and classification of hydrocephalus. *Semin Pediatr Neurol* 16: 9-15
- [11] Oi S (2010) Hydrocephalus research update--controversies in definition and classification of hydrocephalus. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 50: 859-869
- [12] Orešković D, Klarica M (2011) Development of hydrocephalus and classical hypothesis of cerebrospinal fluid hydrodynamics: facts and illusions. *Prog Neurobiol* 94: 238-258
- [13] Lapras C, Mertens P, Guilburd JN, Pialat J, Patet JD (1988) Choroid plexectomy for the treatment of chronic infected hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 4: 139-143
- [14] Milhorat TH, Hammock MK, Chien T, Davis DA (1976) Normal rate of cerebrospinal fluid formation five years after bilateral choroid plexectomy. Case report. *J Neurosurg* 44: 735-739
- [15] Tsitouras V, Sgouros S (2011) Infantile posthemorrhagic hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 27: 1595-1608
- [16] Hassin B (1937) Changes in the brain in plexectomized dogs with comments on the cerebrospinalfluid. *Arch NeurPsych* 1937;38 (6):1224-1239
- [17] Stephensen H, Tisell M, Wikkelsö C (2002) There is no transmante pressure gradient in communicating or noncommunicating hydrocephalus. *Neurosurgery* 50: 763-771; discussion 771-763
- [18] Williams H (2008) The venous hypothesis of hydrocephalus. *Med Hypotheses* 70: 743-747
- [19] Klarica M, Oresković D, Božić B, Vukić M, Butković V, Bulat M (2009) New experimental model of acute aqueductal blockage in cats: effects on cerebrospinal fluid pressure and the size of brain ventricles. *Neuroscience* 158: 1397-1405
- [20] Koslowski L. BKA, Junginger T., Schwemmler K. (1999) *Die Chirurgie*, 4. Auflage, S.327-334. Schattauer Verlag, Stuttgart, New York
- [21] Gruyter d (2007) *Klinisches Wörterbuch - Pschyrembel*, 261. Auflage, S.849-850, Berlin, New York

- [22] Denlank H-W, Gehlen W (2006) Neurologie 11. Auflage, S. 221. Thieme Verlag
- [23] Siewert JR (2006) Chirurgie 8. Auflage, S. 229. Springer Verlag, Berlin
- [24] Vogl T, Reith W, Rummeny E (2011) Diagnostische und Interventionelle Radiologie, S. 268-271. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York
- [25] Gehlen W, Delank H-W (2010) Neurologie, 12. Auflage, Kp. 26.2.5, Stuttgart
- [26] Sitzmann FC (2007) Pädiatrie 3. Auflage, S. 678-687. Thieme Verlag, Stuttgart
- [27] Staykov D, Huttner HB, Schwab S (2012) [New treatment strategies for intraventricular hemorrhage]. Med Klin Intensivmed Notfmed 107: 192-196
- [28] Wallesch C-W, Unterberg A, Dietz V (2005) Neurotraumatologie, S. 23. Thieme Verlag, Stuttgart
- [29] Hübler A, Jorch G (2010) Neonatologie, Die Medizin des Früh- und Reifgeborenen, S. 490-494. Thieme Verlag, Stuttgart
- [30] Sitzmann FC (2007) Pädiatrie, 3. Auflage, S.80-96. Thieme Verlag, Stuttgart
- [31] Muntau AC (2007) Intensivkurs Pädiatrie, 4. Auflage, S.11-12. Urban & Fischer Verlag, München
- [32] Missori P, Paolini S, Currà A (2010) From congenital to idiopathic adult hydrocephalus: a historical research. Brain 133: 1836-1849
- [33] Hacke W (2010) Neurologie, 13. Auflage, S. 299. Springer Verlag, Heidelberg
- [34] Walter de Gruyter (2007) Klinisches Wörterbuch - Pschyrembel, 261. Auflage, S.1794, Berlin, New York
- [35] Prange H, Bitsch A (2004) Neurologische Intensivmedizin, S. 43. Thieme Verlag, Stuttgart
- [36] Januschek E, Machado LS, Steinthal B, Ulrich PT (2011) Posthemorrhagic hydrocephalus in very low birth weight infants--a new gentle surgical technique for external ventricular drainage. Childs Nerv Syst 27: 991-994
- [37] Jansen O, Stephanie U (2007) Fehlbildungen und frühkindliche Schädigungen des ZNS, S. 90-92. Thieme Verlag, Stuttgart
- [38] Steiger H-J, Reulen (2006) Manual Neurochirurgie, 2. Auflage, S. 135. ecomed Medizin
- [39] Faggini R, Bernardo A, Stieg P, Perilongo G, d'Avella D (2009) Hydrocephalus in infants less than six months of age: effectiveness of endoscopic third ventriculostomy. Eur J Pediatr Surg 19: 216-219
- [40] Gruyter d (2007) Klinisches Wörterbuch - Pschyrembel, 261. Auflage, S. 2025-2026, Berlin, New York
- [41] Moskopp D, Wassmann H (2005) Neurochirurgie, S. 733-735. Schattauer Verlag, Stuttgart
- [42] Albright AL, Pollack IF, Adelson PD (2008) Principles and Practice of Pediatric Neurosurgery Second Edition, S. 94-129. Thieme Verlag, New York, Stuttgart
- [43] Nakano S, Sugimoto T, Kawasoe T, Koreeda A, Kondo K, Ikeda T, Kai K, Wakisaka S (2007) Staged operations for posthemorrhagic hydrocephalus in extremely low-birth-weight infants with preceding stoma creation after bowel perforation: surgical strategy. Childs Nerv Syst 23: 459-463
- [44] Christoph Miethke GmbH & Co. KG, paedigAV Gebrauchsanweisung, GBA 04 080910, Potsdam
- [45] Codman & Shurtleff I, Ltd. JJM (2009) Codman Hakim Programmable Valves 0086 LCN 200570-001/F - Produktbeschreibung S.26-39, Wokingham
- [46] Reddy GK, Bollam P, Caldito G (2011) Ventriculoperitoneal shunt surgery and the risk of shunt infection in patients with hydrocephalus: Long-Term Single Institution Experience. World Neurosurg

- [47] Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern.
- [48] Beez T, Sarikaya-Seiwert S, Bellstädt L, Mühmer M, Steiger HJ (2014) Role of ventriculoperitoneal shunt valve design in the treatment of pediatric hydrocephalus-a single center study of valve performance in the clinical setting. *Childs Nerv Syst* 30(2):293-7
- [49] Hahn YS (1994) Use of the distal double-slit valve system in children with hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 10: 99-103
- [50] Tuli S, Drake J, Lawless J, Wigg M, Lamberti-Pasculli M (2000) Risk factors for repeated cerebrospinal shunt failures in pediatric patients with hydrocephalus. *J Neurosurg* 92: 31-38
- [51] Di Rocco C, Marchese E, Velardi F (1994) A survey of the first complication of newly implanted CSF shunt devices for the treatment of nontumoral hydrocephalus. Cooperative survey of the 1991-1992 Education Committee of the ISPN. *Childs Nerv Syst* 10: 321-327
- [52] Simon TD, Whitlock KB, Riva-Cambria J, Kestle JR, Rosenfeld M, Dean JM, Holubkov R, Langley M, Mayer-Hamblett N (2012) Association of intraventricular hemorrhage secondary to prematurity with cerebrospinal fluid shunt surgery in the first year following initial shunt placement. *J Neurosurg Pediatr* 9: 54-63
- [53] McGirt MJ, Leveque JC, Wellons JC, Villavicencio AT, Hopkins JS, Fuchs HE, George TM (2002) Cerebrospinal fluid shunt survival and etiology of failures: a seven-year institutional experience. *Pediatr Neurosurg* 36: 248-255
- [54] Shannon CN, Acakpo-Satchivi L, Kirby RS, Franklin FA, Wellons JC (2012) Ventriculoperitoneal shunt failure: an institutional review of 2-year survival rates. *Childs Nerv Syst* 28: 2093-2099
- [55] Ghrilaharey RK, Budhwani KS, Shrivastava DK, Srivastava J (2012) Ventriculoperitoneal shunt complications needing shunt revision in children: a review of 5 years of experience with 48 revisions. *Afr J Paediatr Surg* 9: 32-39
- [56] Stone JJ, Walker CT, Jacobson M, Phillips V, Silberstein HJ (2013) Revision rate of pediatric ventriculoperitoneal shunts after 15 years. *J Neurosurg Pediatr* 11: 15-19
- [57] Haberl EJ, Messing-Juenger M, Schuhmann M, Eymann R, Cedzich C, Fritsch MJ, Kiefer M, Van Lindert EJ, Geyer C, Lehner M, Rohde V, Stroux A, von Berenberg P (2009) Experiences with a gravity-assisted valve in hydrocephalic children. Clinical article. *J Neurosurg Pediatr* 4: 289-294
- [58] Drake JM, Kestle JR, Tuli S (2000) CSF shunts 50 years on--past, present and future. *Childs Nerv Syst* 16: 800-804
- [59] Piatt JH, Carlson CV (1993) A search for determinants of cerebrospinal fluid shunt survival: Retrospective analysis of a 14-year institutional experience. *Pediatr Neurosurg* 19: 233-241; discussion 242
- [60] Abu-Arafeh I, Razak S, Sivaraman B, Graham C (2010) Prevalence of headache and migraine in children and adolescents: A systematic review of population-based studies. *Dev Med Child Neurol* 52: 1088-1097
- [61] Garton HJ, Kestle JR, Drake JM (2001) Predicting shunt failure on the basis of clinical symptoms and signs in children. *J Neurosurg* 94: 202-210
- [62] Balossini V, Zanin A, Alberti C, Freund Y, Decobert M, Tarantino A, La Rocca M, Lacroix L, Spiri D, Lejay E, Armoogum P, Wood C, Gervaix A, Zuccotti GV,

- Perilongo G, Bona G, Mercier JC, Titomanlio L (2013) Triage of children with headache at the ED: A guideline implementation study. *Am J Emerg Med* 31: 670-675
- [63] Paulsen AH, Lundar T, Lindegaard KF (2010) Twenty-year outcome in young adults with childhood hydrocephalus: Assessment of surgical outcome, work participation, and health-related quality of life. *J Neurosurg Pediatr* 6: 527-535
- [64] Gupta N, Park J, Solomon C, Kranz DA, Wrensch M, Wu YW (2007) Long-term outcomes in patients with treated childhood hydrocephalus. *J Neurosurg* 106: 334-339
- [65] Kulkarni AV, Shams I (2007) Quality of life in children with hydrocephalus: results from the Hospital for Sick Children, Toronto. *J Neurosurg* 107: 358-364

7. Anhang

Name des Kindes:	
------------------	--



SIKI
Strukturiertes Schmerzinterview
für Kinder und Eltern

Name des Kindes:

Name der Eltern:

Adresse:

Tel.-Nr.

Krankenkasse:

1. Alter: Geburtsdatum:

2. Geschwister:

3. Geschlecht ① Mädchen
 ② Junge

4. eigenes Zimmer ① ja
 ② nein

5. Schule ① Grundschule
 ② Hauptschule
 ③ Realschule
 ④ Gesamtschule
 ⑤ Gymnasium

6. Diagnose ① Migräne
 ② Spannungskopfschmerz
 ③ kombinierter Kopfschmerz

SIKI-Fragebogen Seite 1

Mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

Kopfschmerzsymptomatik

7. Kannst Du Dich erinnern, wann Du das erste Mal Kopfschmerzen hattest? -

- ① erst vor kurzem (in diesem Jahr)
- ② beim Schulwechsel
- ③ seit ich in der Schule bin
- ④ schon als kleines Kind
- ⑤ weiß ich nicht

[ca. Monate gesamt]

8. Wie oft kommen bei Dir die Kopfschmerzen vor?

- ① jeden Tag
- ② jede Woche
- ③ jeden Monat
- ④ seltener

9. Wie lange dauern die Kopfschmerzen meistens?

- ① nur kurze Zeit
- ② einen halben Tag
- ③ den ganzen Tag
- ④ länger als einen Tag

10. Wie kommen die Kopfschmerzen?

- ① schnell
- ② langsam

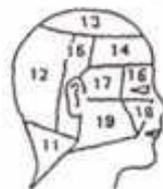
11. Wann beginnen die Kopfschmerzen meistens? (Mehrere Antworten möglich!)

- ① beim Aufwachen
- ② während des Morgens
- ③ mittags
- ④ während des Nachmittags
- ⑤ abends
- ⑥ während der Nacht
- ⑦ ganz unterschiedlich

12. Wo genau hast Du Kopfschmerzen? (Vom Kind anmalen lassen.)



links



rechts

SIKI-Fragebogen Seite 2

Mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

Bedingungen des Auftretens und modulierende Faktoren

Die Kopfschmerzen treten auf nach

	nie	manchmal		oft
34. Wetter- oder Klimawechsel	①	②		③
35. Licht	①	②		③
36. Lärm	①	②		③
37. viel Fernsehen / Computerspielen	①	②		③
38. unregelmäßigen Mahlzeiten	①	②		③
39. starker körperlicher Anstrengung oder Sport	①	②		③
40. zu wenig Schlaf oder Müdigkeit	①	②		③
41. zu viel Schlaf	①	②		③
42. nach Hektik / Zeitnot	①	②		③
43. an Wochenenden oder zu Ferienbeginn	①	②		③
44. bestimmten Tätigkeiten oder Situationen, nämlich.....	①	②		③
.....				
45. Entspannung	①	②		③
46. Anspannung / Verspannung	①	②		③
47. nach Streit oder Konflikten	①	②		③
48. Schulproblemen	①	②		③
49. Stress / bevorstehende Belastung	①	②		③
50. Angst	①	②		③
51. starker Freude	①	②		③
nach etwas anderem, nämlich.....				
.....				

Bewältigungsversuche

	ja	nein	Hilft das?	
			ja	nein
52. Ich mache weiter, was ich gerade tue	①	②	①	②
53. Ich muss eine kurze Pause machen	①	②	①	②
54. Ich muss mich hinlegen	①	②	①	②
55. Ich nehme ein Medikament	①	②	①	②
56. Ich entspanne mich	①	②	①	②

SIKI-Fragebogen Seite 4

Mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

	ja	nein	Hilft das?	
			ja	nein
52. Ich mache weiter, was ich gerade tue	①	②	①	②
57. Ich kühle meinen Kopf	①	②	①	②
58. Das Zimmer wird abgedunkelt	①	②	①	②
59. Ich lenke mich ab	①	②	①	②
60. Ich atme ganz tief durch	①	②	①	②
61. Ich weine	①	②	①	②
62. Ich lasse mich von Mama/Papa trösten	①	②	①	②
63. Ich bekomme etwas Schönes/Leckerer	①	②	①	②
64. nichts Besonderes	①	②	①	②
Etwas anderes, nämlich				
.....				
Konsequenzen des Schmerzes				
Wenn ich Kopfschmerz habe, dann				
	nie	manchmal	oft	
65. gehe ich trotzdem zur Schule	①	②	③	
66. muss ich aus der Schule nach Hause kommen	①	②	③	
67. kann ich nicht zur Schule gehen	①	②	③	
68. kann ich meine Schulaufgaben nicht machen	①	②	③	
69. kann ich meine Freunde nicht treffen	①	②	③	
70. kann ich in meiner Freizeit nichts unternehmen und nicht spielen	①	②	③	
71. kann ich meinen Eltern nicht im Haushalt helfen	①	②	③	
72. sind meine Freunde besonders nett zu mir	①	②	③	
etwas anderes, nämlich				
.....				
.....				
.....				

SIKI-Fragebogen Seite 5

Mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

Kognitionen, Emotionen und Verhalten beim Auftreten von Schmerz

73. Was geht Dir durch den Kopf, wenn Du merkst, dass der Kopfschmerz wieder beginnt?

.....
.....
.....
.....

74. Woran merken andere, z. B. Deine Eltern, dass Du Kopfschmerzen hast?

.....
.....
.....
.....

Subjektives Krankheitsmodell

75. Was glaubst Du, welchen Grund die Kopfschmerzen haben? Woher kommen sie?

.....
.....
.....
.....

Sonstiges

76. Haben wir noch etwas Wichtiges vergessen, was Du sagen möchtest?
(Familie, Vater, Mutter, Geschwister, Freunde, Schule, Gesundheit)

.....
.....
.....
.....
.....

SIKI-Fragebogen Seite 6

Mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

SIKI – ELTERN

Wie haben sich die Kopfschmerzen Ihres Kindes in der letzten Zeit entwickelt?

1. Häufigkeit ① abnehmend
 ② unverändert
 ③ zunehmend
2. Stärke ① abnehmend
 ② unverändert
 ③ zunehmend

seit:

Was ist bisher gegen die Kopfschmerzen unternommen worden?

- | | | |
|----------------|----|------|
| | ja | nein |
| 3. Medikamente | ① | ② |
| 4. TENS | ① | ② |
| 5. Entspannung | ① | ② |
| 6. Auslassdiät | ① | ② |
| 7. Akupunktur | ① | ② |

Medikament/Verfahren	Dosis	Zeitpunkt und Dauer	Erfolg 0 = keiner 5 = sehr gut	Nebenwirkungen

8. Leidet Ihr Kind an einer anderen chronischen Erkrankung?

- ① ja, nämlich
-
-
- ② nein

SIKI-Fragebogen Elternbefragung Seite 1

Mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

Hatten oder haben andere Familienmitglieder häufiger Kopfschmerzen oder andere Schmerzen?

	Kopfschmerzen	anderer Schmerz
9. Großeltern		
10. Vater		
11. Mutter		
12. Geschwister		
13. mehrere		

14. Welche weiteren chronischen Erkrankungen liegen in der Familie vor?

.....
.....
.....

15. Was glauben Sie, welchen Grund die Kopfschmerzen haben?
Woher kommen sie?

.....
.....
.....

16. Haben wir noch etwas vergessen, was Sie uns mitteilen möchten?

.....
.....
.....

SIKI-Fragebogen Elternbefragung Seite 2

Mit freundlicher Genehmigung von: Denecke & Kröner-Herwig: Kopfschmerz-Therapie mit Kindern und Jugendlichen, © Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Göttingen / Illustrationen: Christel Bänder, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf / Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten, (2000) SIKI-Strukturiertes Schmerzinterview für Kinder und Eltern. [47]

1) Wie zufrieden sind Sie mit dem Shunt insgesamt?



Was ist besonders gut oder schlecht?

2) Hat die Implantation des Shunts aus Ihrer Sicht eine Besserung bewirkt?

Ja Nein

3) Beeinflusst die Anwesenheit des Shunts den Alltag? Wenn ja, in welcher Hinsicht?

Ja Nein

4) Wie hoch ist Ihr Vertrauen in die Zuverlässigkeit des Shunts?



5) Treffen Sie besondere Vorsichtsmaßnahmen vor außergewöhnlichen Tätigkeiten (Reisen, Sport)? Wenn ja, welche?

Ja Nein

6) An durchschnittlich wie vielen Tagen pro Monat treten Beschwerden auf, welche Sie mit dem Shunt in Verbindung bringen? Um welche Beschwerden handelt es sich?

7) Ist das derzeitige Shuntsystem aus Ihrer Sicht technisch ausgereift oder besteht Verbesserungsbedarf? Wenn ja, in welcher Hinsicht?

Ja Nein



Danksagung

Mein besonderer Dank gilt den Patientinnen und Patienten und vor allem deren Eltern, die ihr Kind in der Neurochirurgischen Klinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf behandeln ließen und damit diese retrospektive Untersuchung ermöglichten. Weiterhin danke ich den Patientinnen und Patienten, die bereitwillig an unserer Befragung teilnahmen und wie selbstverständlich über den Alltag mit einem Ventrikuloperitonealen Shunt berichteten. Sie haben damit die Evaluation der Shunt-Implantation aus Patientensicht erst erlaubt.

Herrn Prof. Dr. Steiger danke ich sehr für seine Unterstützung und die Vergabe eines Dissertationsthemas innerhalb der pädiatrischen Neurochirurgie, sowie für die Möglichkeit, die Promotion an seiner Klinik durchführen zu dürfen.

Weiterhin danke ich meinen Betreuern, die sich an der Klinik für die pädiatrische Neurochirurgie spezialisiert haben, als meine Ansprechpartner.

Ich danke dem Zweitgutachter dieser Arbeit.

Meinen Eltern danke ich für die grenzenlose Unterstützung während meiner gesamten Ausbildung sowie für ihre häufig nötige Geduld, ihren immer ehrlichen Rat, ihre motivierenden Worte und Hilfestellungen.

Zuletzt danke ich Dr. med. Robin Fritzemeier für seine emotionale Unterstützung. Gemeinsam haben wir beider Höhen und Tiefen während eines Medizinstudiums und Erstellung einer Promotion gemeistert.

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere an Eides statt, dass die Dissertation selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt worden ist und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

Lina Bellstädt