

Aus dem Arbeitsbereich Pädiatrische Neurochirurgie  
der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

## DISSERTATION

# **Ergebnisse der Behandlung des kindlichen Hydrocephalus mit einem schwerkraftassistierten Ventil**

Zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von  
Petra v. Berenberg-Gossler  
aus Burghausen

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. E.-J. Haberl  
2. Priv.-Doz. Dr. med. A. Peraud  
3. Priv.-Doz. Dr. med. A. Jödicke

Datum der Promotion: 01.06.2008

---

**1960:**

Von 238 Hydrocephalusfällen - die offenen wurden vorwiegend durch Plexusexstirpation, die geschlossenen vorwiegend durch eine Ventrikulostomie der 3. Hirnkammer behandelt - waren nach 5 Jahren nur 4% geheilt. Darunter ist zu verstehen, dass sowohl ihr Kopfwachstum wie ihre körperliche und geistige Entwicklung annähernd normal waren. [...] 40 % der Kinder starben bei oder bald nach der Operation, über 30 % in den folgenden 5 Jahren. Dieses niederschmetternde Ergebnis hat auf dem neurochirurgischen Gebiet nur noch eine Parallele in der Behandlung der bösartigen, rasch wachsenden Hirntumoren.

**Riechert T, Umbach W. In: Olivecrona H, Tönnis W (Hrsg), Handbuch der Neurochirurgie, Band 1. Berlin, Springer-Verlag, 1960: 662-663.**

**1999:**

Die durchschnittliche 5-Jahres-Überlebensrate von Kindern mit Hydrocephalus liegt über 80%. Etwa die Hälfte aller mit einem Shunt behandelten Kinder mit infantilem Hydrocephalus leben mit einem normalen IQ.

**Detwiler P, Porter R, Rekate H. In: Choux M, Di Rocco C, Hockley A, Walker M (Hrsg), Paediatric Neurosurgery. London, Churchill Livingstone, 1999: 268.**

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Hintergrund.....</b>	<b>9</b>
1.1. Historische Entwicklung von Krankheitsverständnis und Therapie .....	9
1.2. Pathophysiologie und Systematik des Hydrocephalus .....	16
1.2.1. Pathophysiologie.....	16
1.2.2. Systematik.....	20
1.3. Aktuelle Therapieoptionen .....	21
1.3.1. Konservative Therapie .....	21
1.3.2. Reduktion der Liquorproduktion .....	21
1.3.3. Dekompression der hinteren Schädelgrube .....	22
1.3.4. Endoskopische Therapieverfahren.....	22
1.3.5. Ventile .....	23
1.3.6. Beschreibung des PaediGAV Ventils.....	25
1.4. Fragestellung.....	29
<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>30</b>
2.1. Material.....	30
2.1.1. Auswahlkriterien.....	30
2.1.2. Patientenkollektiv .....	30
2.2. Methoden .....	31
2.2.1. Aufnahmeoperation .....	31
2.2.2. Nachuntersuchungsintervalle .....	31
2.2.3. Endpunkte .....	31
2.2.4. Sekundäre Parameter .....	32
2.2.5. Monitoring .....	33
2.2.6. Auswertung .....	33
2.2.7. Statistische Methoden .....	33
<b>3. Ergebnisse.....</b>	<b>35</b>
3.1. Demografische Daten.....	35
3.1.1. Alter zum Operationszeitpunkt .....	35
3.1.2. Geschlecht .....	36
3.1.3. Ätiologie .....	36

3.2.	Klinische Zeichen .....	38
3.3.	Aufnahmeoperation .....	40
3.3.1.	Erstimplantat oder Austauschimplantat .....	40
3.3.2.	Implantatwahl .....	43
3.4.	Studienablauf.....	45
3.4.1.	Überblick .....	45
3.4.2.	Interventionen im Studienverlauf .....	49
3.4.2.1.	Ursachen.....	49
3.4.2.2.	Zeitlicher Ablauf.....	53
3.4.3.	Datenrücklauf .....	58
3.5.	Behandlungsergebnisse (Korrelationen) .....	60
3.5.1.	Ventilsurvival und Shuntsurvival .....	60
3.5.2.	Einfluss des Alters auf Ventilsurvival und Shuntsurvival.....	62
3.5.3.	Ventil- und Shuntsurvival nach Erst- oder Austauschimplantat.....	64
3.5.4.	Einfluss operativer Shuntkorrekturen auf das Ventilsurvival.....	66
3.5.5.	Eingeschränkt auswertbare Parameter .....	67
3.5.5.1.	Kopfumfang.....	67
3.5.5.2.	Relative Ventrikelweite FOHR .....	68
<b>4.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>69</b>
4.1.	Material.....	69
4.1.1.	Auswahlkriterien.....	69
4.1.2.	Patientenkollektiv .....	70
4.2.	Methoden .....	72
4.2.1.	Aufnahmeoperation .....	72
4.2.2.	Nachuntersuchungsintervalle und Endpunkte .....	72
4.2.3.	Sekundäre Parameter .....	73
4.2.4.	Monitoring .....	75
4.3.	Ergebnisse .....	76
4.3.1.	Demografische Daten .....	76
4.3.2.	Ätiologie .....	76
4.3.3.	Klinische Zeichen .....	78
4.3.4.	Aufnahmeoperation.....	79
4.3.4.1.	Erstimplantat/Ventilaustausch .....	79
4.3.4.2.	Druckstufenwahl.....	79
4.3.5.	Studienablauf .....	80

---

4.3.5.1.	Überblick .....	80
4.3.6.	Interventionen im Studienverlauf .....	81
4.3.6.1.	Ursachen .....	81
4.3.6.2.	Zeitlicher Ablauf der Interventionen .....	84
4.3.7.	Behandlungsergebnisse .....	86
4.3.7.1.	Shunterhaltungsrate und Ventilerhaltungsrate .....	86
4.3.7.2.	Alter bei Erstimplantation .....	88
4.3.7.3.	Eingeschränkt auswertbare Parameter .....	89
<b>5.</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>90</b>
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>91</b>
<b>7.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>105</b>
	Bildverzeichnis .....	105
	Tabellenverzeichnis .....	106
	Diagrammverzeichnis .....	107
	Abkürzungsverzeichnis .....	109
	Lebenslauf .....	111
	Danksagung .....	112
	Erklärung der Selbständigkeit .....	113

## 7. Anhang

### Bildverzeichnis

Abb. 1: Abulkassim Al Zahrawi (936-1013) operiert.....	10
Abb. 2: Vergrößerte Darstellung (Originalgröße 24 x 4 mm).....	25
Abb. 3: Ventilposition beim liegenden Patienten.....	25
Abb. 4: Ventilposition beim stehenden Patienten.....	26
Abb. 5: a - Horizontale Position, Ventil geschlossen Differentialdruck < proximaler Öffnungswiderstand	
b - Horizontale Position, Ventil geöffnet, Differentialdruck > proximaler Öffnungswiderstand.....	26
Abb. 6: a - Vertikale Position, Ventil geschlossen Differentialdruck < proximaler + distaler Öffnungswiderstand	
b - Vertikale Position, Ventil geöffnet Differentialdruck > proximaler + distaler Öffnungswiderstand .....	27
Abb. 7: Das PaediGAV 9/24 im Röntgenbild.....	28

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unverbindliche Druckstufenempfehlung des Herstellers .....	28
Tabelle 2: Altersverteilung der Frühgeborenen .....	35
Tabelle 3: Ätiologie .....	37
Tabelle 4: Alterstypische spezifische und unspezifische neurologische Zeichen präoperativ, Mehrfachnennungen möglich .....	39
Tabelle 5: Interventionsursachen bezogen auf das Gesamtkollektiv (n=160) .....	49
Tabelle 6: Zeitintervalle zwischen Implantation und Intervention .....	57
Tabelle 7: Übersicht der abgefragten und der auswertbaren Parameter.....	58
Tabelle 8: Kollektivgrößen in relevanten Vergleichsstudien .....	71
Tabelle 9: Ätiologie im Vergleich .....	77
Tabelle 10: Interventionsursachen im Vergleich (in % vom Gesamtkollektiv) .....	82
Tabelle 11: Shunterhaltungsrate im Vergleich.....	86



## Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Altersspektrum .....	36
Diagramm 2: Ätiologie .....	38
Diagramm 3: Klinische Zeichen präoperativ (Mehrfachnennung möglich).....	40
Diagramm 4: Anteil der Erstimplantate bzw. Austauschimplantate bei Patienten in den Altersgruppen < 1 Jahr und ≥ 1 Jahr .....	41
Diagramm 5: Anteil der Erstimplantate bzw. Austauschimplantate bezogen auf die Ätiologie .....	42
Diagramm 6: Druckstufenwahl innerhalb der sechs beteiligten Kliniken.....	43
Diagramm 7: Häufigkeit der implantierten Druckstufenkombinationen .....	43
Diagramm 8: Altersabhängige Druckstufenwahl .....	44
Diagramm 9: Schematischer Überblick des klinischen Verlaufs .....	47
Diagramm 11: Komplikationen bezogen auf die Druckstufenvarianten.....	50
Diagramm 12: Druckstufe und Explantationsursache Unterdrainage .....	51
Diagramm 13: Druckstufe und Explantationsgrund Überdrainage .....	52
Diagramm 14: Druckstufe und Explantationsgrund Infektion .....	53
Diagramm 15: Zeitachsen für die Interventionskategorien.....	54
Diagramm 16: Kumulative Darstellung aller Ventilexplantationen im zeitlichen Verlauf .....	55
Diagramm 17: Kumulative Darstellung aller Eingriffe im zeitlichen Verlauf.....	56
Diagramm 18: Zeitlicher Verlauf der Interventionen.....	57
Diagramm 19: Ventilsurvival (Endpunkt Explantation) .....	60
Diagramm 20: Shuntsurvival (Endpunkt Intervention).....	61
Diagramm 21: Ventilerhaltungsrate der Patienten < 1 Jahr im Vergleich mit dem Restkollektiv. Endpunkt ist die Ventilexplantation. ....	62
Diagramm 22: Shunterhaltungsrate der Patienten <1Jahr im Vergleich mit dem Restkollektiv. Endpunkt ist jede operative Intervention.....	63
Diagramm 23: Ventilerhaltungsrate von Erstimplantaten und Austauschimplantaten. Endpunkt ist die Explantation .....	64
Diagramm 24: Shunterhaltungsrate von Erstimplantaten und Austauschimplantaten. Endpunkt ist jede Intervention .....	65

---

Diagramm 25: Ventileralterungsrate bei Patienten nach einer ventileralternden Intervention im Vergleich mit dem Restkollektiv .....	66
Diagramm 26: Kopfumfang präoperativ und nach 20 Monaten .....	67
Diagramm 27: FOHR präoperativ und nach 20 Monaten .....	68

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
$\Delta P$	Druckdifferenz
$\Delta V$	Volumendifferenz
Eurocat	European Surveillance of Congenital Anomalies
EVD	externe Ventrikeldrainage
ICP	intracranieller Druck
SAR	Subarachnoidalraum
HC	Hydrocephalus
MW	Mittelwert
Stabwn.	Standardabweichung
min	Minimum
max	Maximum
3-T-MRI	Magnetresonanztomografie mit 3 Tesla Feldstärke
y	Jahre
m	Monate
Kieferscore	aus den klinisch/neurologischen Parametern, Gangstörung, Inkontinenz, Kopfschmerz, Schwindel und mentales Defizit zusammengesetzter Punktescore zur Bewertung des neurologischen Befundes.
FOHR	frontal and occipital horn ratio lineare Messmethode zur Evaluierung der Ventrikelgröße. Breite der Frontalhörner (A) und Breite der Occipitalhörner (B) werden bezogen auf den Schädelinnendurchmesser (C): $(A+B)/2C$

FOHWR      frontal and occipital horn width ratio  
Summe der Frontalhörner und Summe der Occipitalhörner bezogen auf den biparietalen Durchmesser BPD:  $(A+B+C+D)/2BPD$

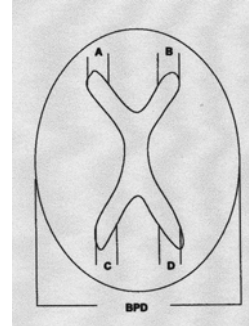
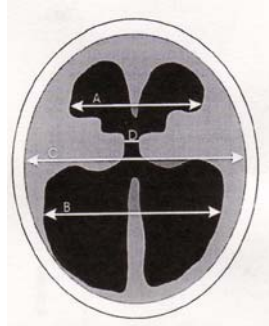


Abb. 8:

FOHR

FOHWR

## **Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

## **Danksagung**

Mein ganz besonderer Dank geht an PD. Dr. Hannes Haberl, der mir als Doktorvater diese Arbeit ermöglicht und mich jederzeit großzügig mit seinem Wissen und seiner Erfahrung, praktischer Hilfe und kritischen Diskussionen unterstützt hat.

Ich danke den Mitgliedern der Studiengruppe PaediGAV, die das Datenmaterial, auf dessen Grundlage diese Arbeit entstanden ist, gesammelt haben.

Frau Andrea Stroux vom Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie der Charité hat mit großer Kompetenz und Geduld die statistische Auswertung angeleitet.

Ausserdem danke ich meiner ganzen Familie, die mich durch ihr Vertrauen, ihre Geduld und ihre Fröhlichkeit bestärkt hat.

## **Erklärung der Selbständigkeit**

„Ich, Petra v. Berenberg-Gossler, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema

»Ergebnisse der Behandlung des kindlichen Hydrocephalus mit einem schwerkraftassistierten Ventil«

selbst und ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum

Unterschrift