



Tagung des ASBH
21-22.3.2014 in Köln

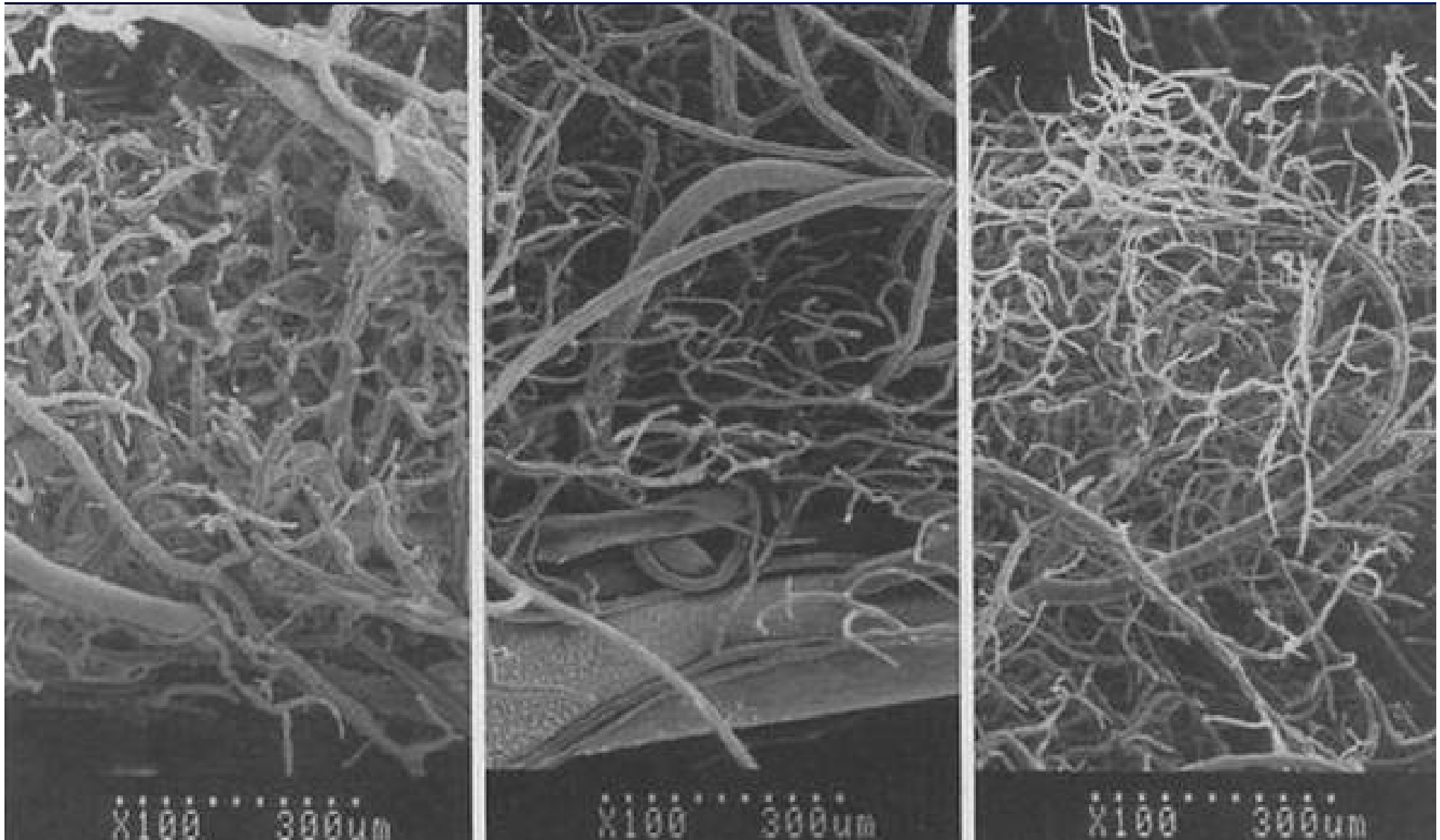
Ventilsysteme – ein Überblick

PD Dr. Alfred Aschoff

Heidelberg

21.3.14 10:15-10:45 kurz

alfred.aschoff@googlemail.com

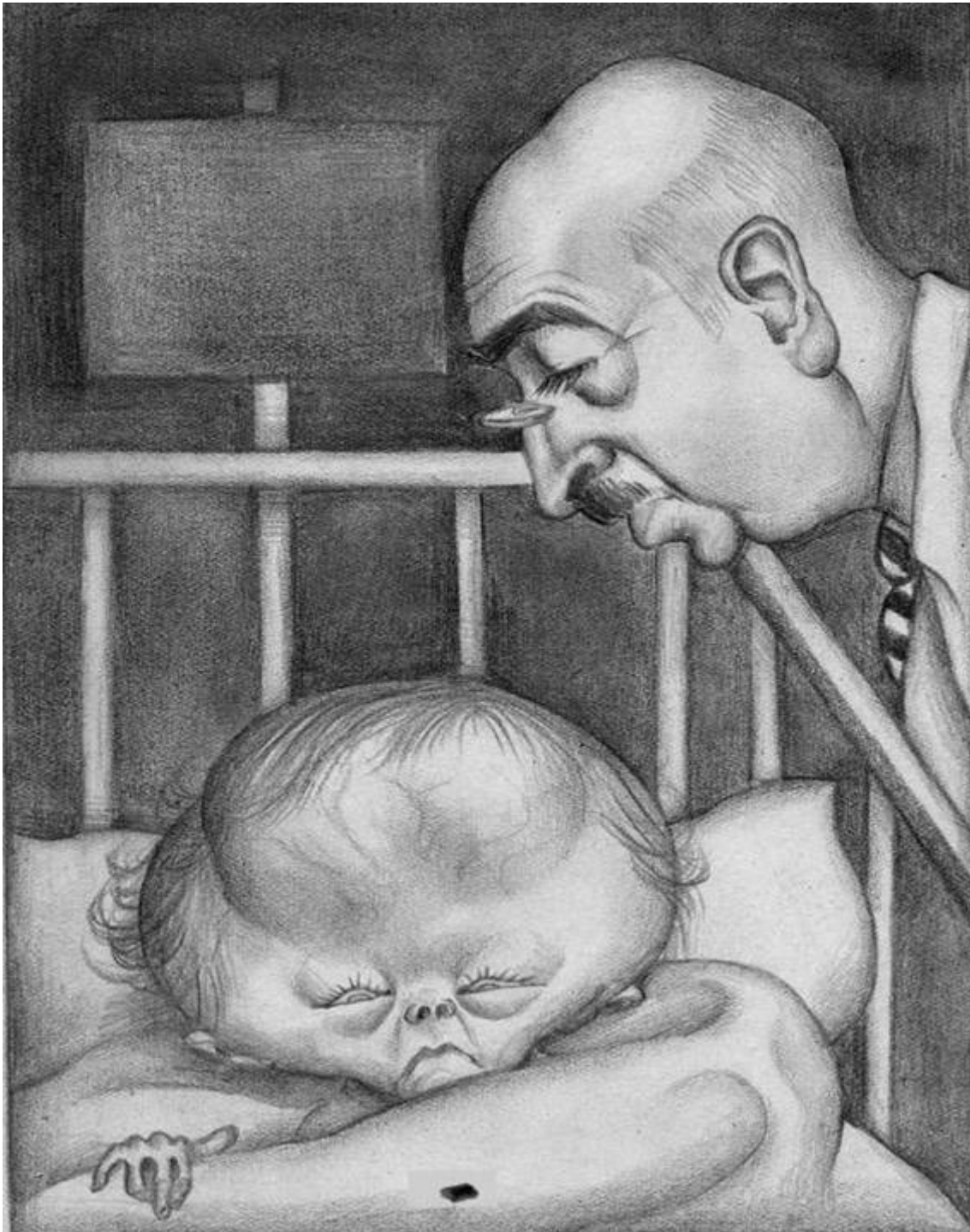


Gefäße normal
Nähe Ventrikel

Hydrocephalus
2/3 der Kapillaren verschwunden

Nach Shunt
Erholung

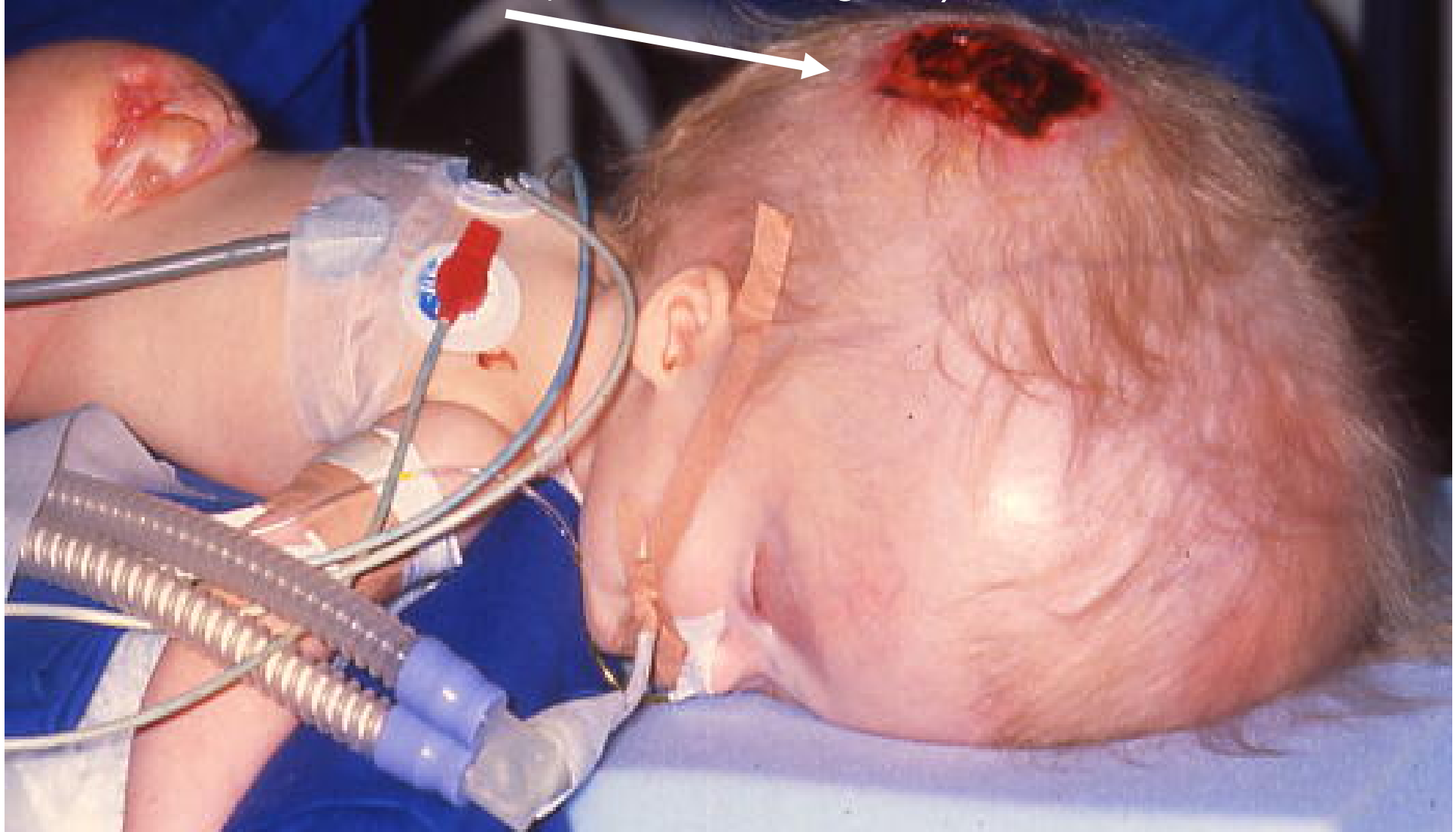
Capillaries of white matter. Oka et al. In: Matsumoto/Tamaki eds.
Hydrocephalus. Springer, Tokyo 1991, p.50, Fig 3 a-c



Hydrocephalus
bei einem Kind 1931 mit dem
resignierenden Kinderarzt
Prof. Ernst Moro
(Heidelberg)

Graphik
Dr. Erich von Baeyer 1931

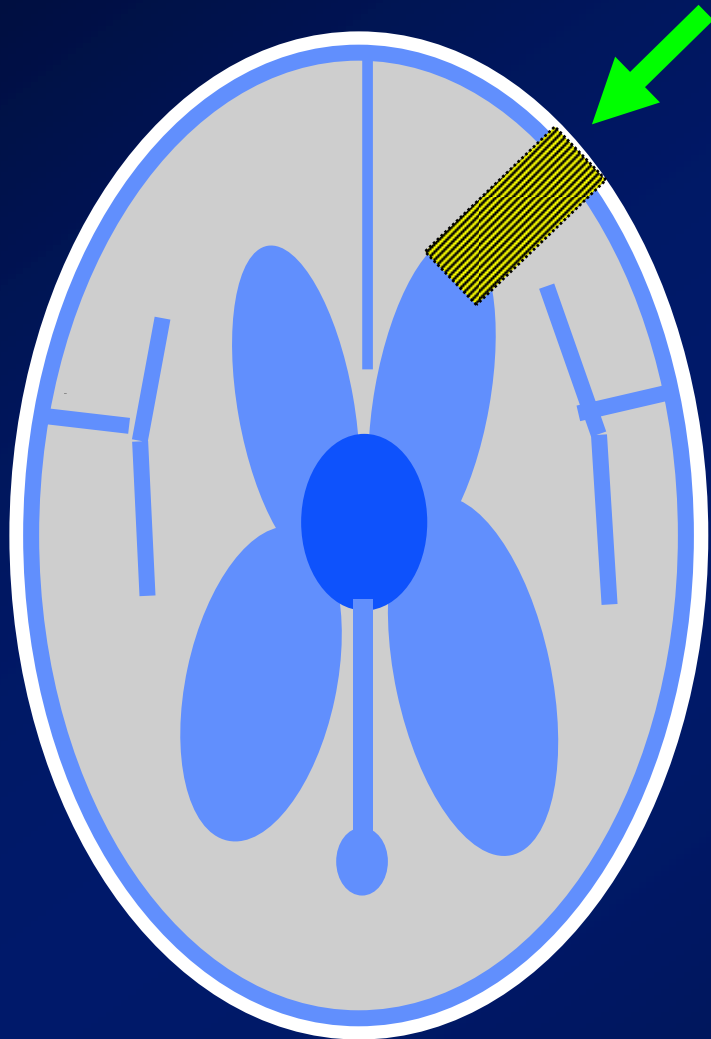
Decubitus ø 5 cm (Kalotte freiliegend)



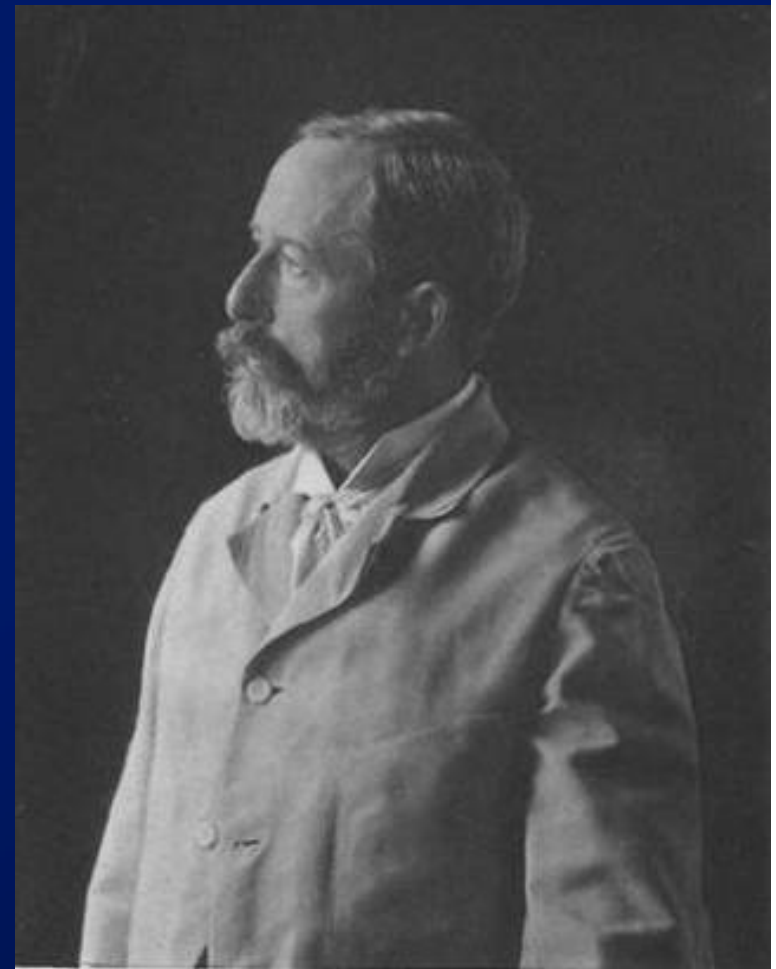
Kind mit unbehandelter Meningocele und Hydrocephalus,
geboren in Kasachstan

Shunt & Ventrikulostomie: Zwillinge!

Glaswolle-Docht ventrikulo-subarachnoido-subgaleal



1893
Mikulicz
Breslau



Mikulicz

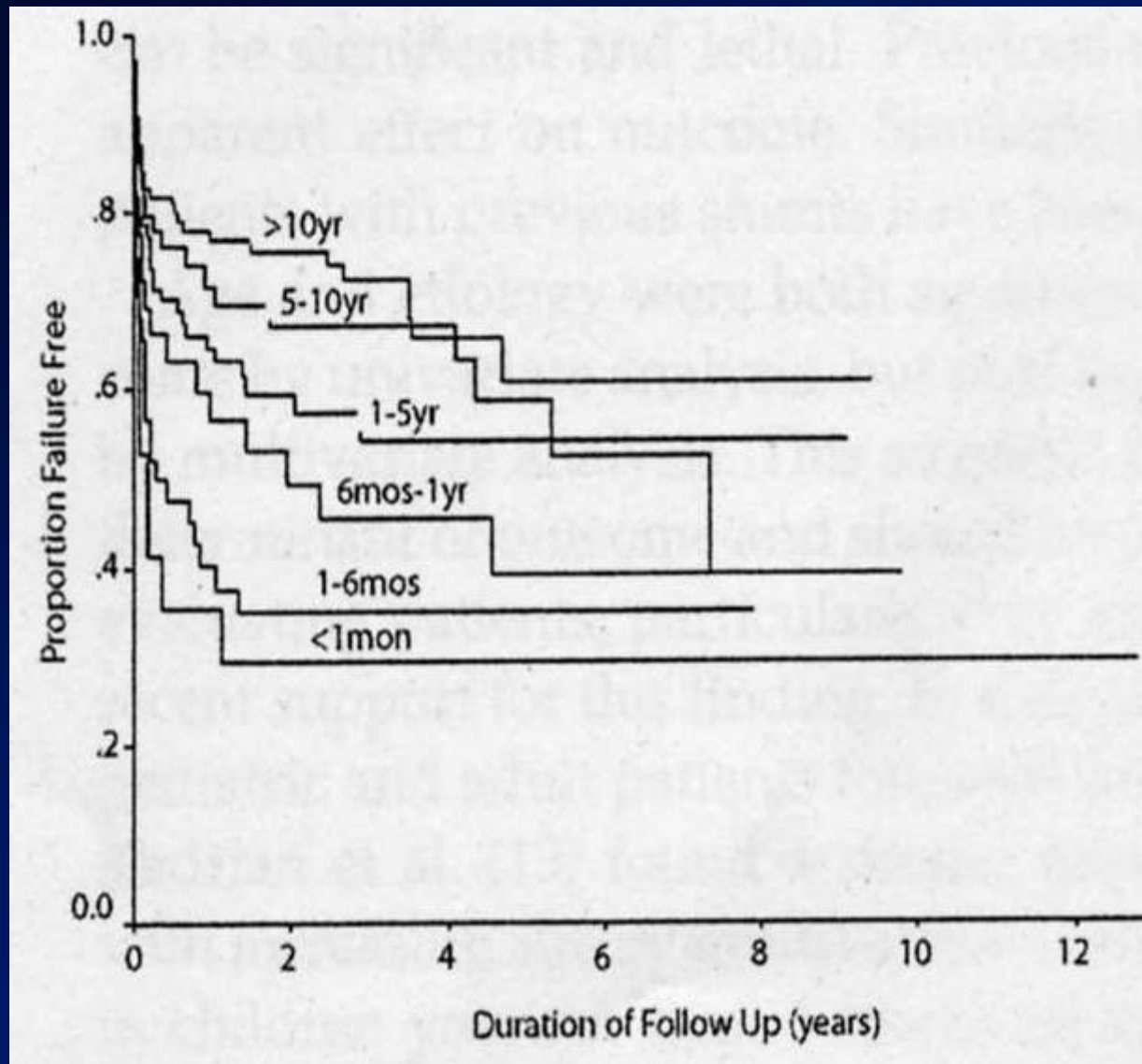


Magritte 1928
Le lectice soumise

Ventrikulostomie-
assoziierte
Mortalität
perioperativ + kürzer.
Langzeitergebnisse
noch unbekannt!

0,29% (4/1382)
0,28% (8/2985)

Schroeder et al.
Complications of ETV
J Neurosurg 96: 1032-1040;
2002 (ohne Case reports)
Bouras T, Sgouros S
Complications ETV. J Neuro-
surg Pediatrics 7:643-49; 2011

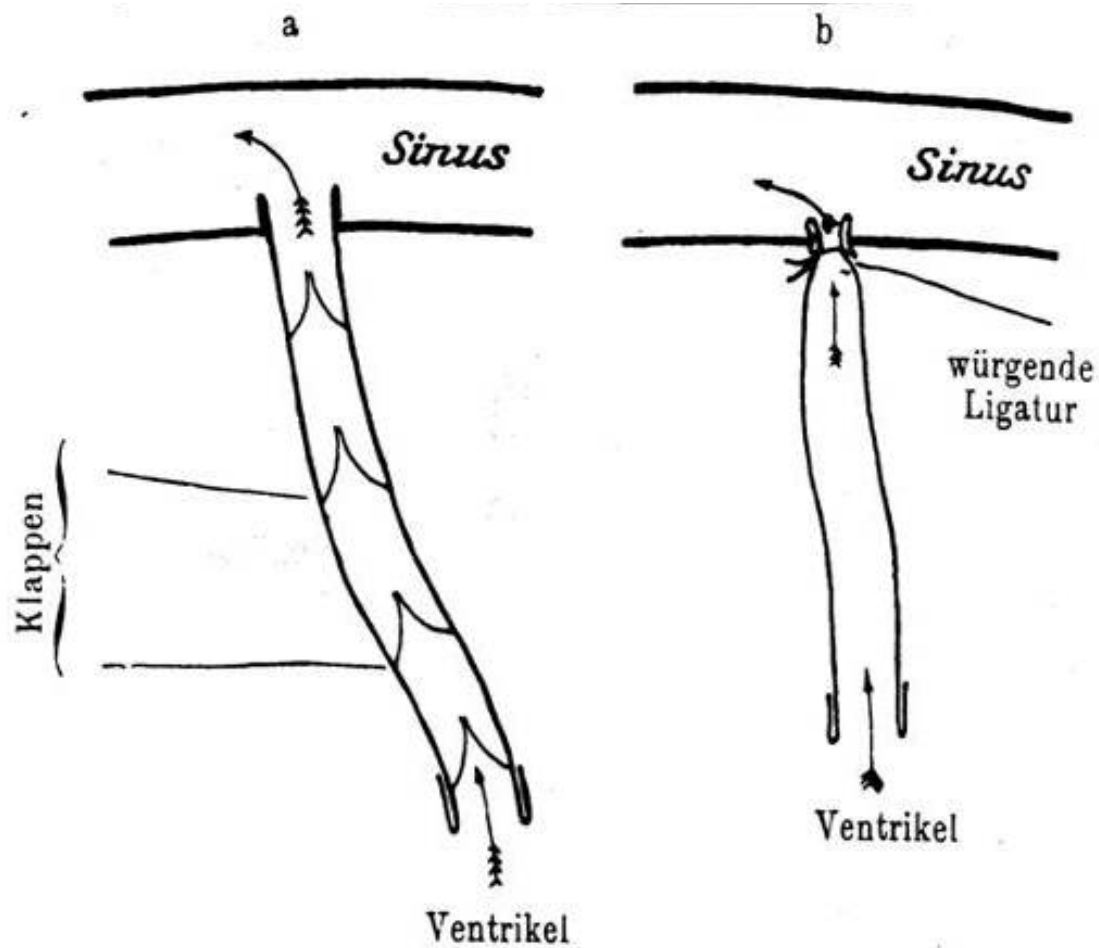


368 Kinder

ETV- „Survival“
hauptsächlich
altersabhängig

**Schlechte
Ergebnisse unter
einem Jahr!**

Drake J (2007) Endoscopic third ventriculostomy in pediatric patients: The Canadian experience. Neurosurgery 60:881-886



(Aus der Königl. chirurgischen Klinik zu Greifswald.)

Drainage der Hirnventrikel
 mittelst frei transplantirter Blutgefäße;
 Bemerkungen über Hydrocephalus.¹⁾

Von

Professor Dr. Erwin Payr.

Erwin Payr 1907

Ventrikel-Sinus-
 sagittalis-Shunt mittels
 V. saphena mit
 erhaltenen
 Venenklappen als Ventil

Arch Clin Chir
 1908; 87:801-885

Riechert, Handbuch der Neurochirurgie 1960

238 Hydrocephali, 5 Jahre post-op.*:

4 % **geheilt**

7 % leicht behindert

3,5% schwer behindert

3,5% unverändert / schlechter

40 % **perioperativ verstorben**


30 % **später verstorben**

Shunt-Letalität heute

0,1 % perioperativ

1,4 % langfristig: über 10 Jahre

*OP: Plexektomie oder Ventrikulostomie



Silikon entwickelt
für elektrische
Isolierungen in
US Flugzeugen
im II. Weltkrieg

Silastic®: 1946 Gallenwegersatz
1949 künstliche Urethra

TREATMENT OF HYDROCEPHALUS BY DIRECT SHUNT FROM VENTRICLE TO JUGULAR VEIN

FRANK E. NULSEN, M.D., AND EUGENE B. SPITZ, M.D.

Surg Forum 1952; 2:399-403

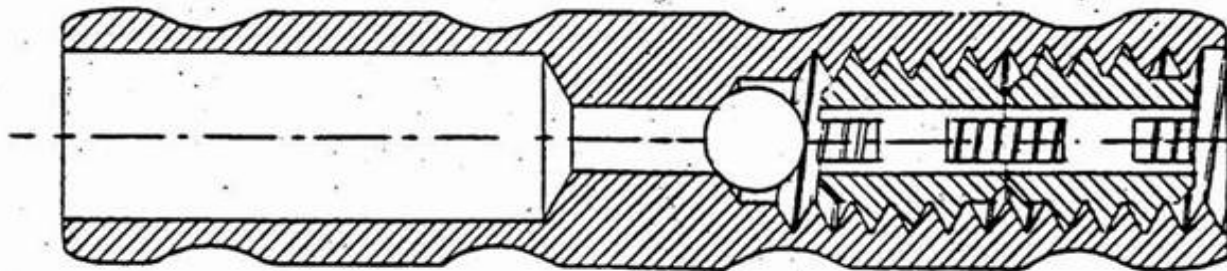


Fig. 176. Diagram of ball-valve. Ball free to move toward right to permit normal flow of fluid. Slightest flow toward left causes valve to seat and obstruct further flow.

Erstimplantation 1949



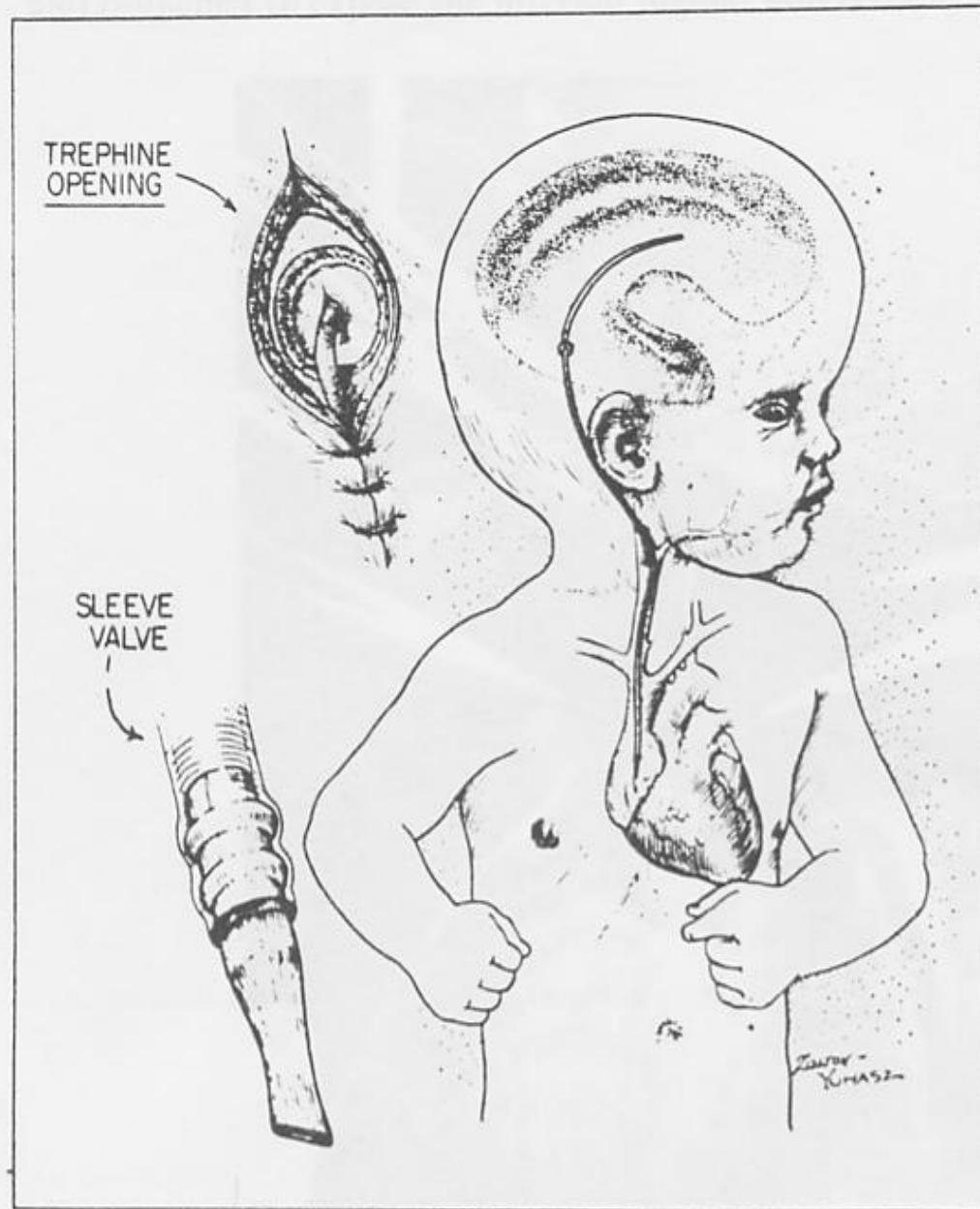
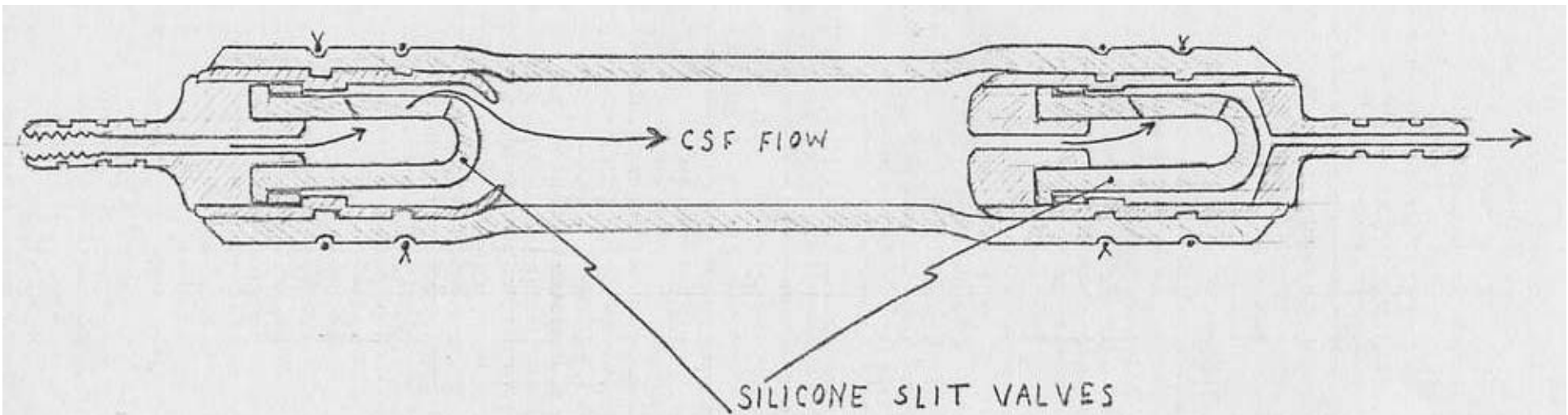


FIG. 2. Drawing of connection between cerebral ventricle and right auricle.
The valve is located at the cardiac end of the shunt.

Robert Pudenz 1955
(publiziert. 1957)

Erster VA-Shunt
mit transversalem
distalen Teflon-
Schlitzventil





Erste Skizze
des Holter-Ventils 1956
(Erhalten von J.D. Holter)

Defektes Holter-Ventil



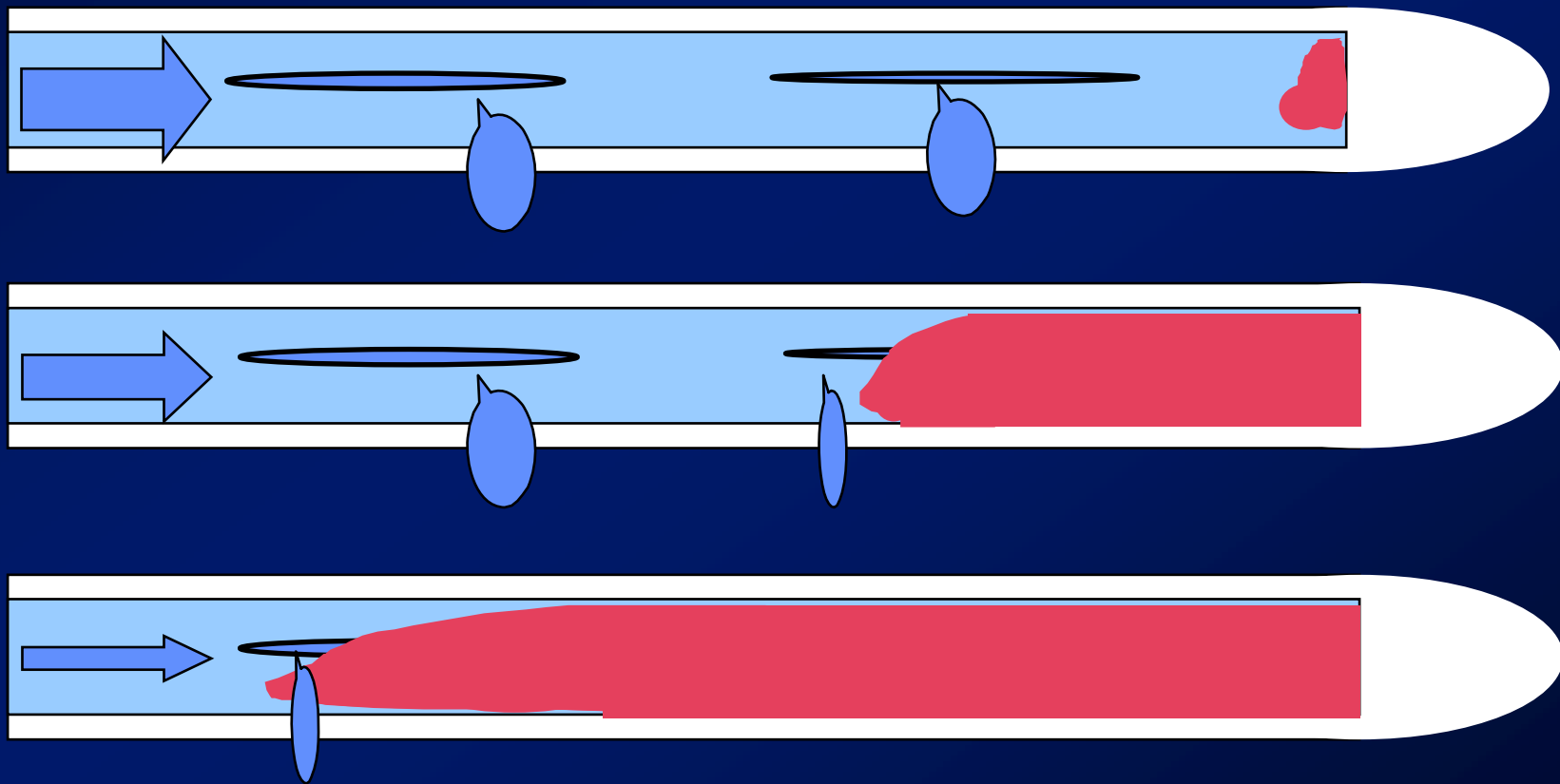
John D. Holter
mit Ventil,
Kind Casey Holter
und Miss Holter
im Herbst 1956

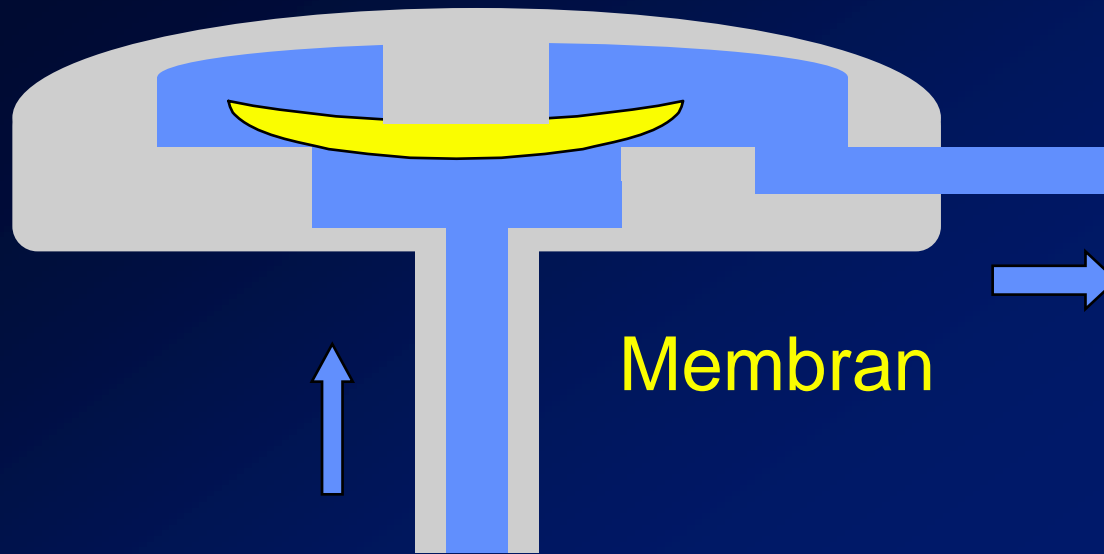
z.Z. 33 proximale
Schlitzventile

Photo erhalten von
Eric Holter
Erstmals publiziert von
La Fay, Town Journal 11/1956

Distale Schlitzventile (n > 37 Typen)

- Oft sehr hoher Fluß (bis 3200 ml/h) – Überdrainage
- Refluxprobleme
- Hydraulische Eigenschaften langfristig instabil,
z.B durch progrediente Lumen-Okklusion





Membran-Ventile 48 Typen

Bohrloch- oder
Kontour-Gehäuse



- + Robust
(Bild: Explantiert nach
37 Jahren, noch intakt)
- + Preisgünstig
- hoher Fluß
- Exemplarstreuung
- Drifts
- Bei Punktion: Cave
Membran-Zerstörung

The Original Ball-In-Cone Mechanism



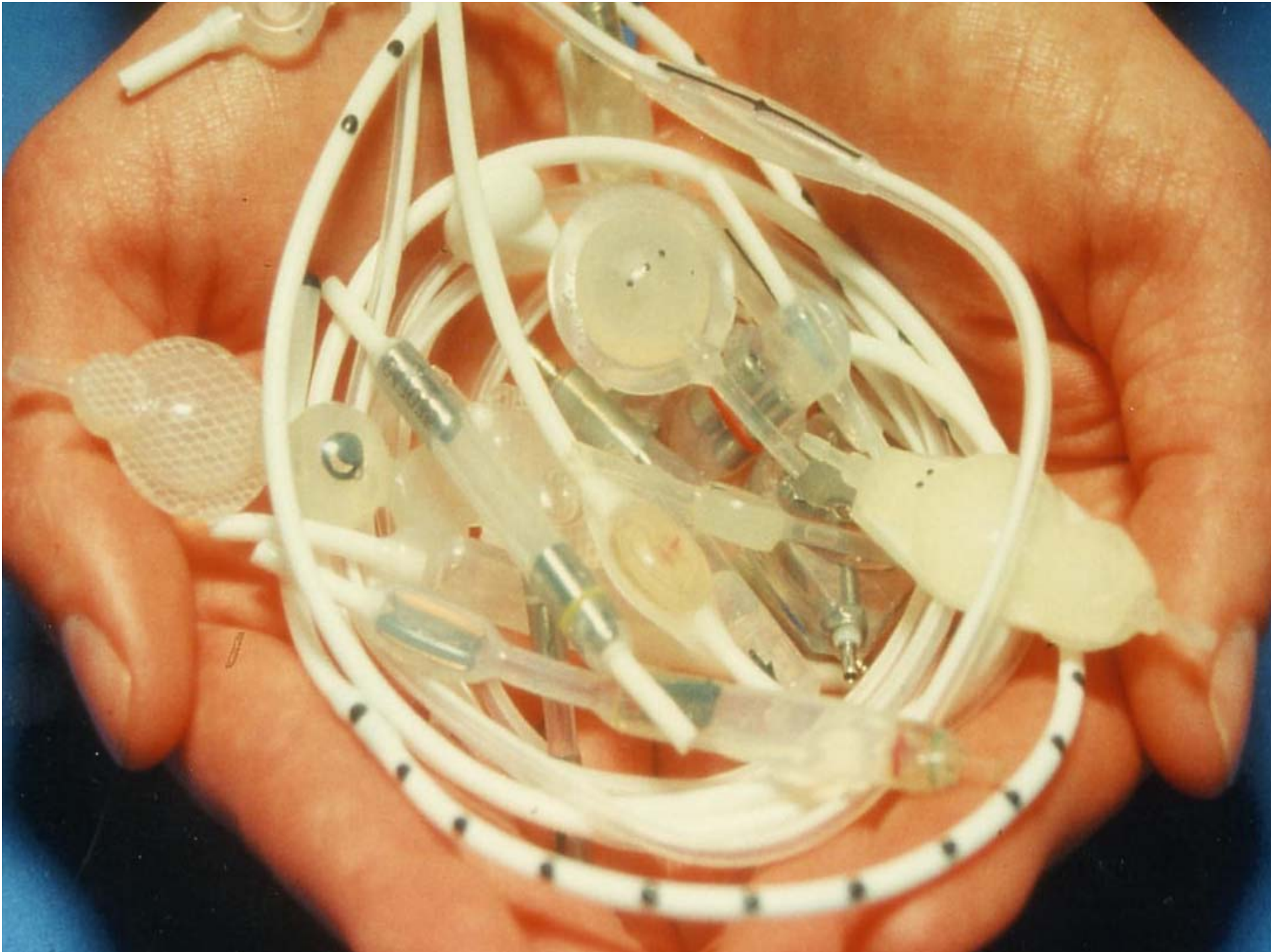
The original ball-in-cone and spring mechanism is the centre-piece of all Cordis Hakim Valve Systems.

Over 30 years of clinical experience have set it as a standard among differential pressure (DP) valves.

Non ferromagnetic stainless steel makes all Cordis Hakim Valve Systems compatible with MRI.



- Kugelventile: >19 Typen (hier Cordis-Hakim-Ventil)
- + Robust, gute Sollwertehaltung, driftarm
- Sehr hohe Flüsse im Stehen



> 300 differente Ventile
seit 1949, davon 138 „einfache“

2014 auf dem Weltmarkt:

159 Ventile

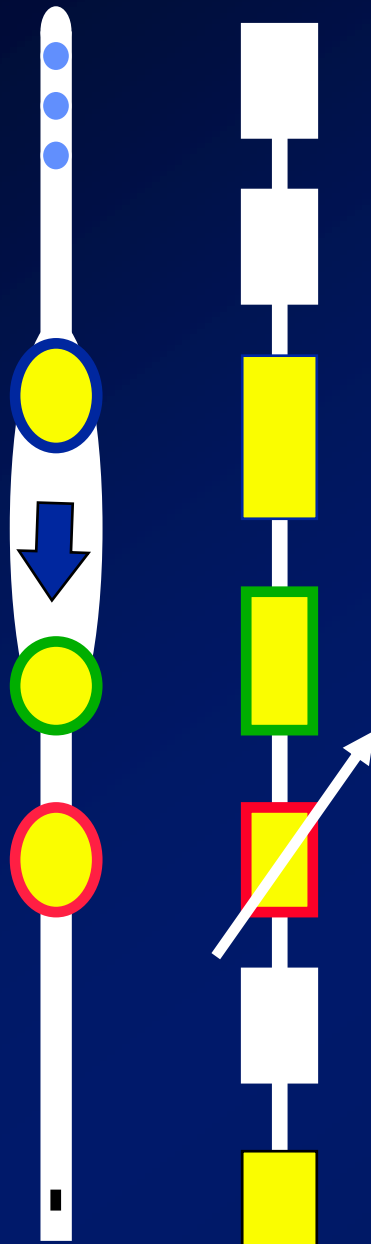
>550 Druckstufen

>2200 Varianten

>100 Prototypen, Patente, Konzepte

>30 Historische Modelle

1 - 4 Ventileinheiten im Shunt!



R₁ Perforationszone

R₂ Proximaler Katheter

R₃ Einlaß-Ventil 1

R₄ Auslaß-Ventil 2

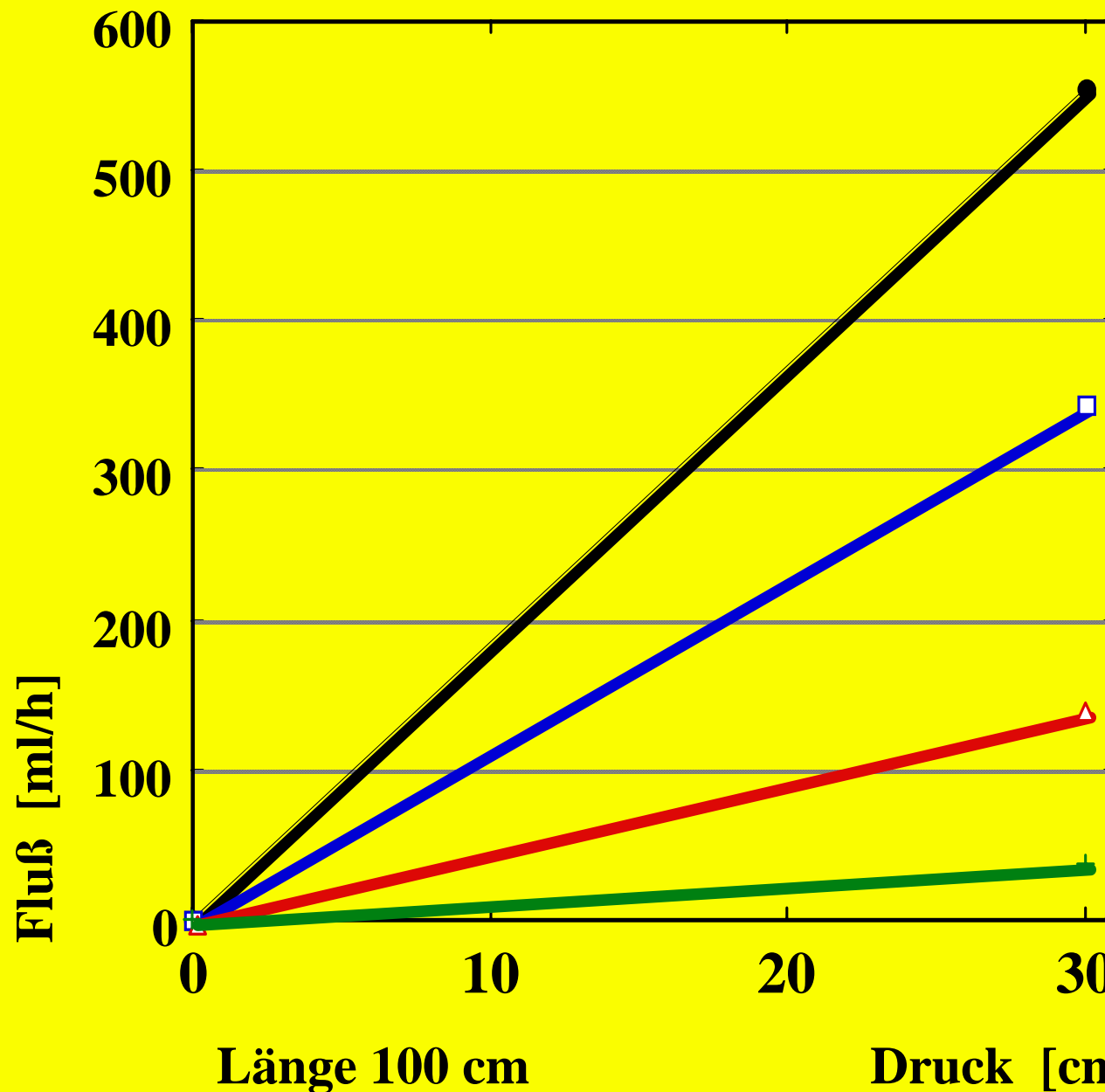
R₅ ASD/ Schwerkraftventil 3

R₆ Distaler Katheter

R₇ seitliche Schlitze 4

(geschlossenes Ende)

Fluß durch Katheter vs. interner Diameter



Ø mm ml/h

1,3 556

1,1 344

0,8 138

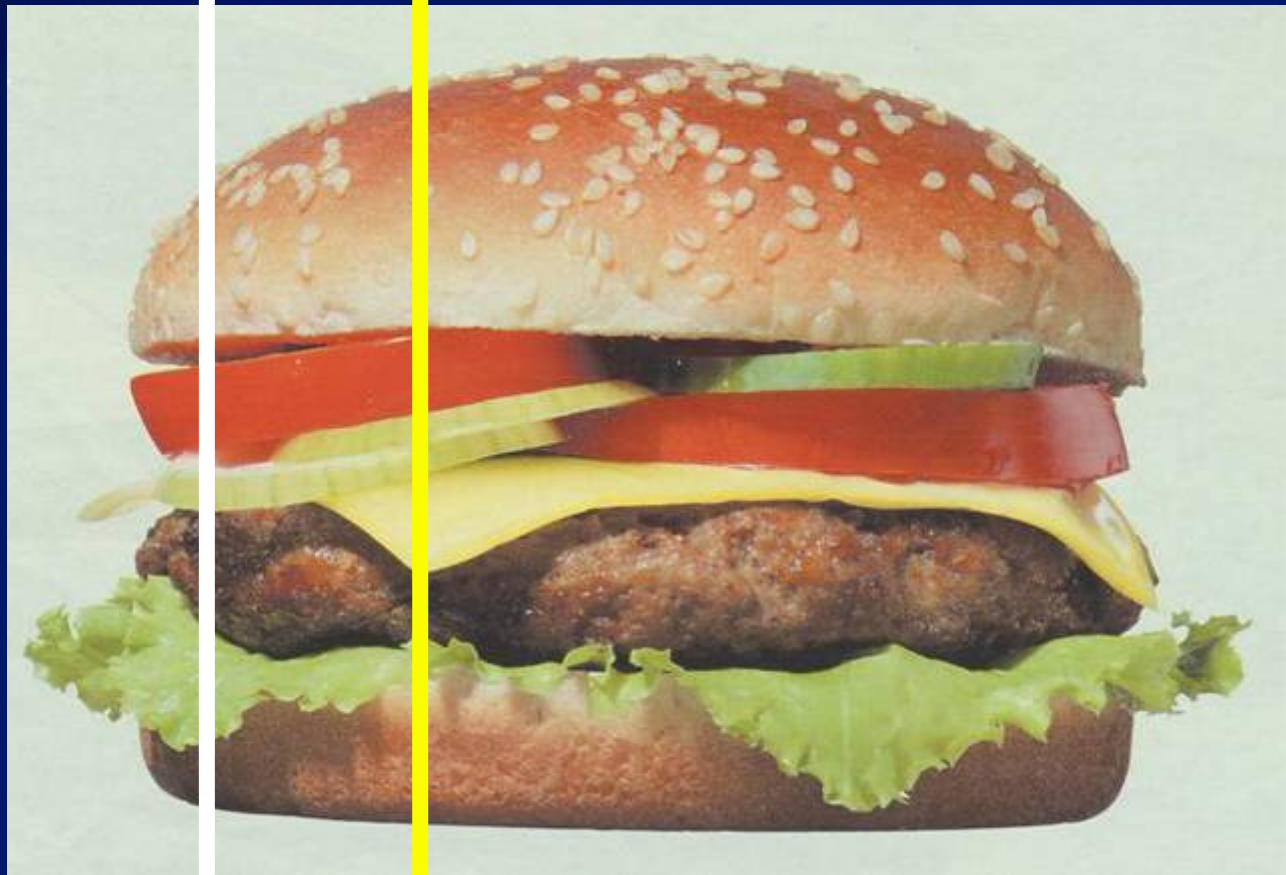
0,6 37

Länge 100 cm

Druck [cmH2O]

Tageskosten eines Shunts*

Standard- High-tech - Shunt
17 Cents 70 Cents



3,50 €

*Haltbarkeit
10 Jahre

Hydrocephalus: Fallkosten

Shuntrevision: 19.485 \$ (13.770 - 58.454 \$)

Berry 2008 bei 1307 Fällen in 32 Kliniken

21.000 \$ Pattisapu 1995

Eine vermiedene Revision finanziert die Mehrkosten von 49 Schwerekraft- oder 24 einstellbaren Ventilen!

Shuntinfektion: 25.015 \$ (13.000 - 49.397 \$)

Durchschnitt von Liptak 1985, Berry 95,

Pattisapou 95, Eymann 2008, Attenello 2009

Eine vermiedene Infektion finanziert die Mehrkosten von 62 antibiotisch imprägnierten Kathetern!

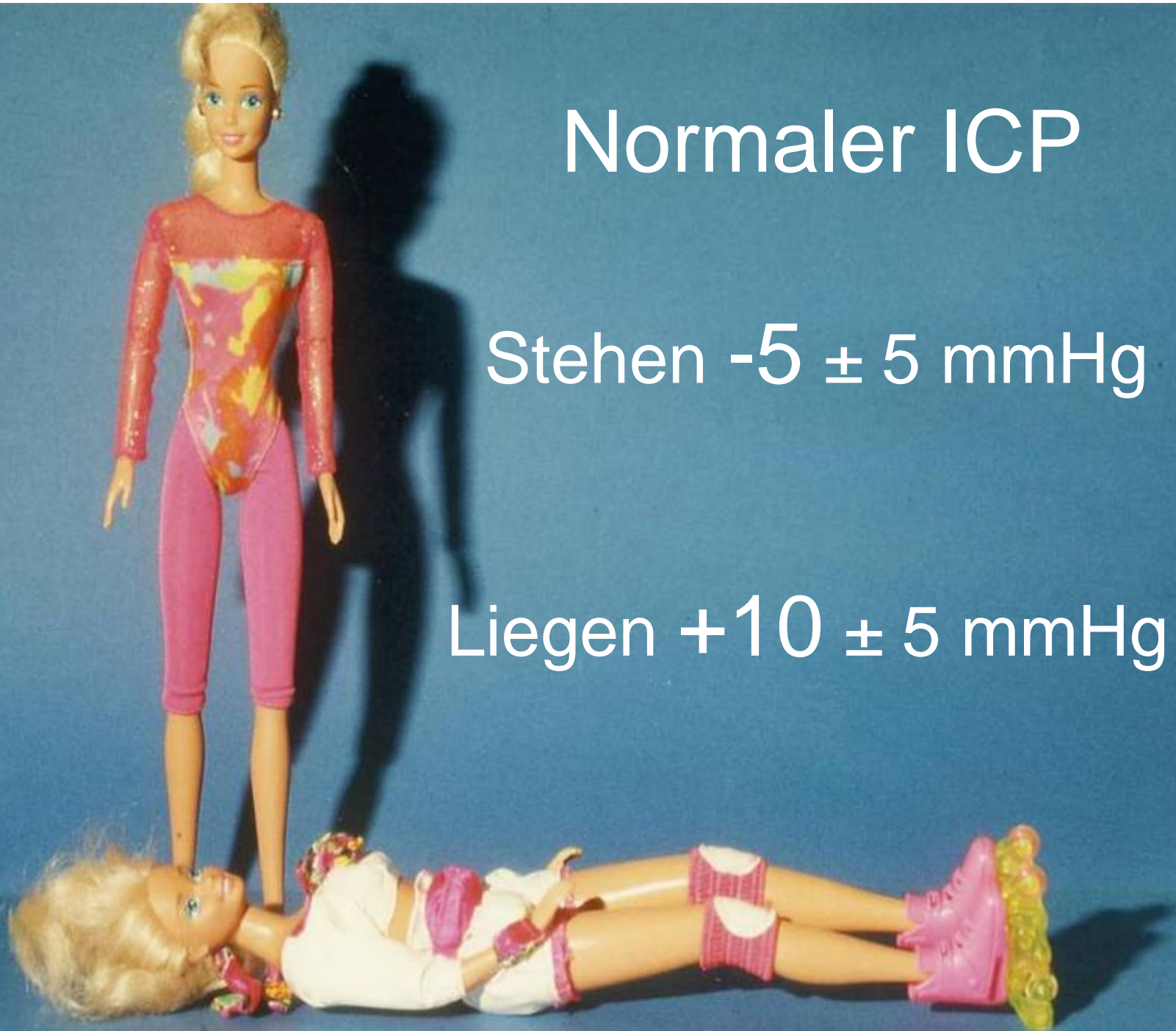
Schwere Behinderung: 1 Mio \$

(Kind, direkte und indirekte Kosten)

Normaler ICP

Stehen -5 ± 5 mmHg

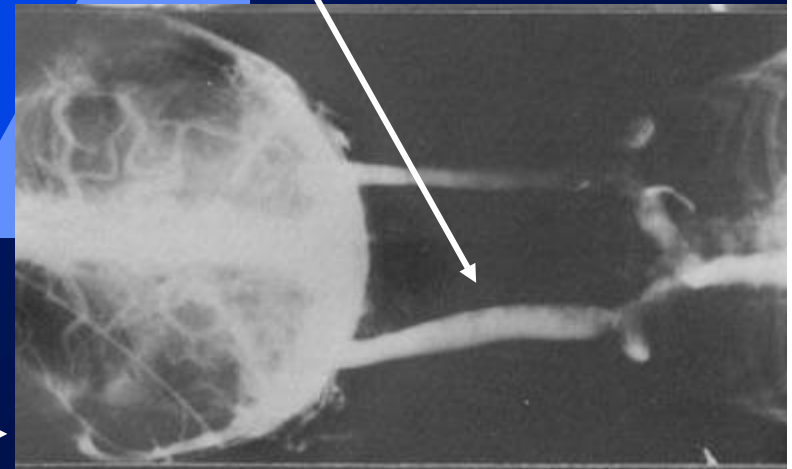
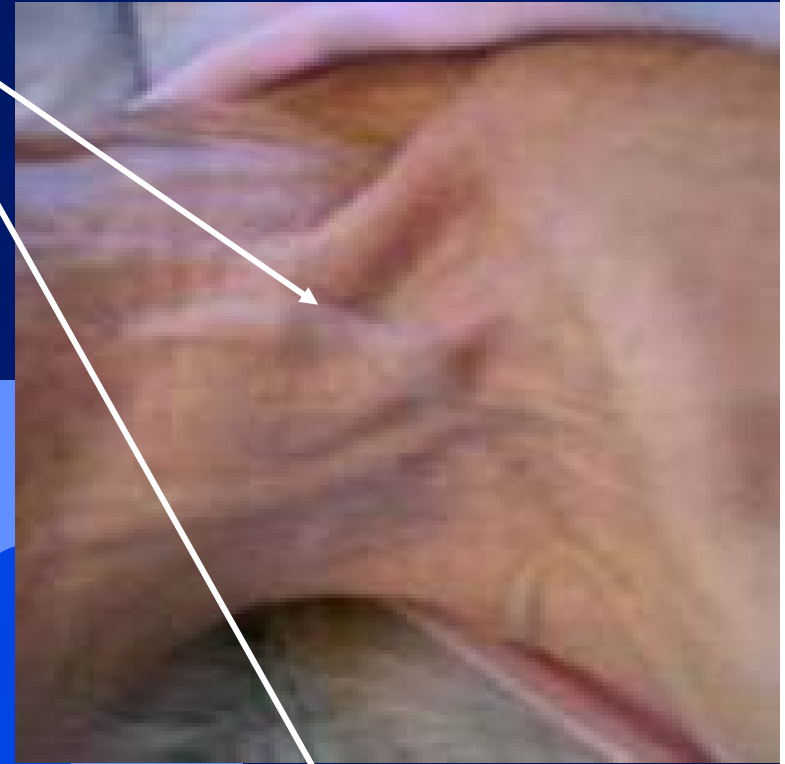
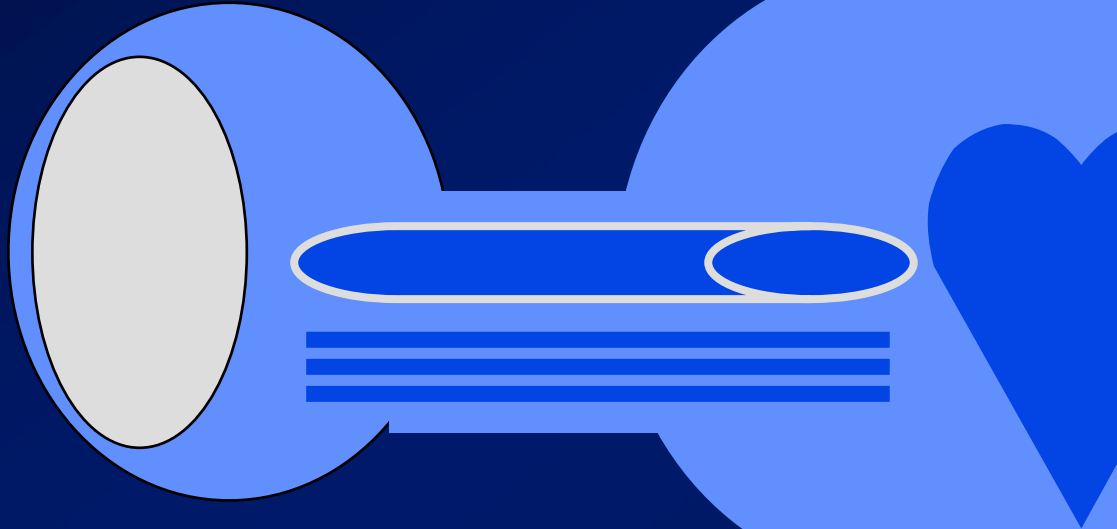
Liegen $+10 \pm 5$ mmHg



Im Liegen: Venöse Drainage über offene, ev. vorgewölbte Vv. jugulares:

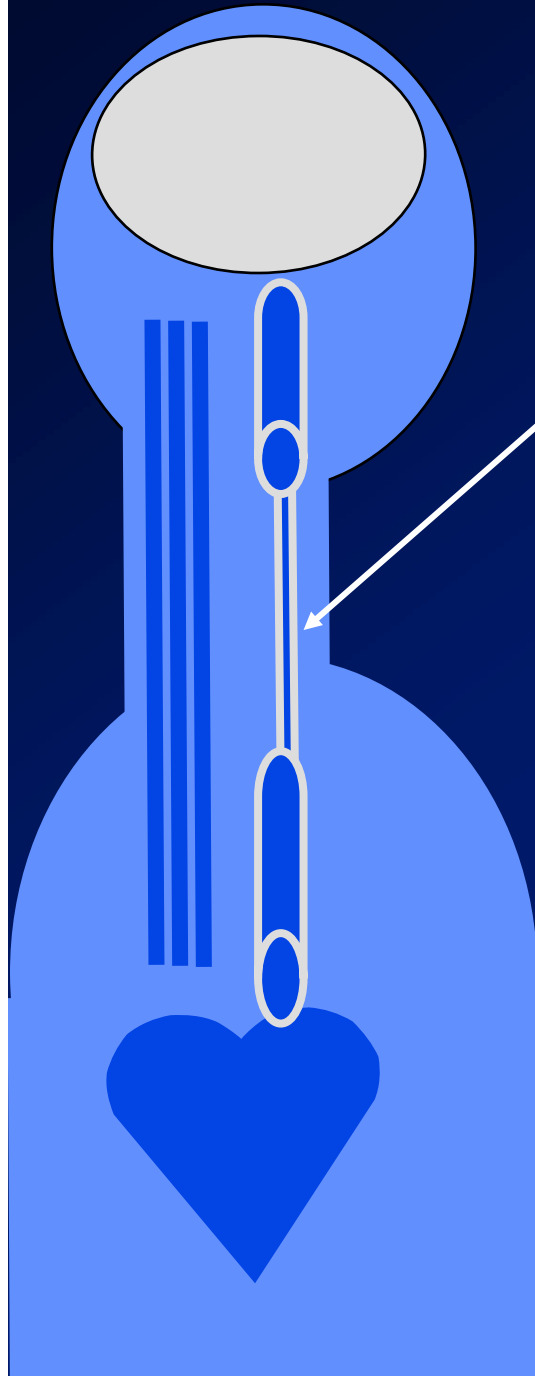
$R_{\text{Abflu\ss}}$ niedrig

ICP: 5 - 10 mmHg



Carlos Hakim (1985)
The physics and
Thesis, MIT

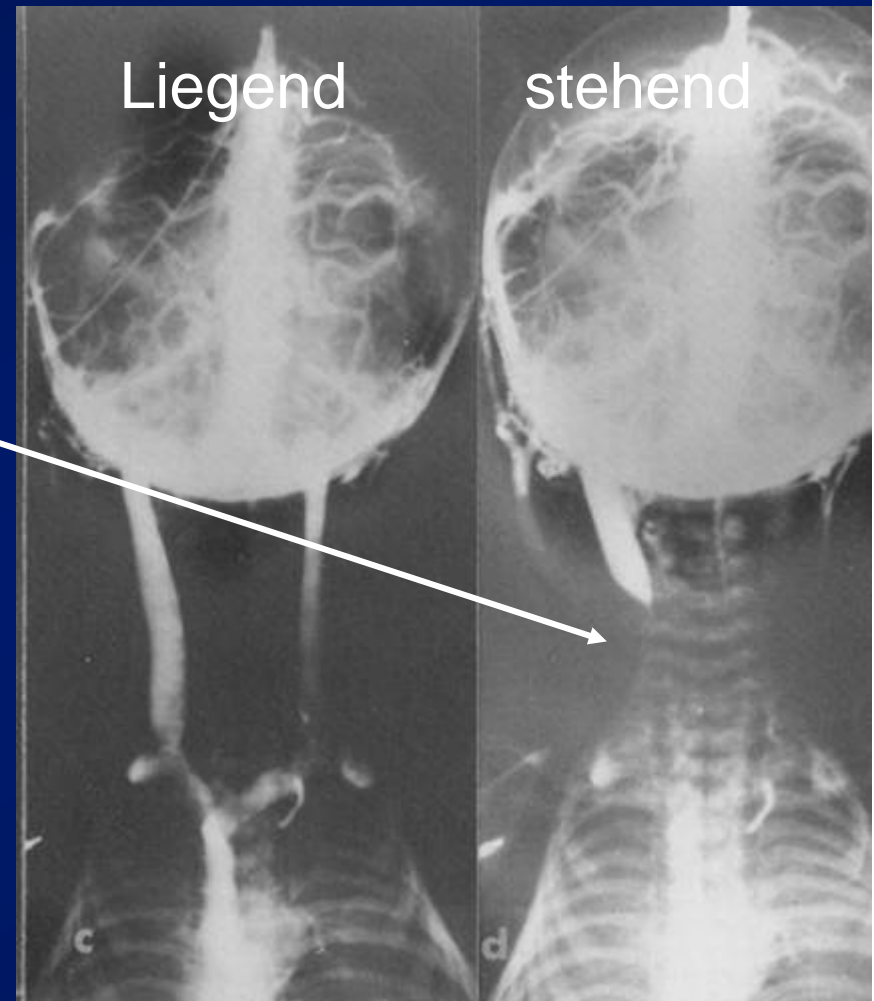
Phlebographie V. jugularis →



Aufrecht:
Vv. jugulares
im Hals
vollständig
kollabiert.

Venöse
Drainage
ausschließlich
über kleine
Halsvenen.

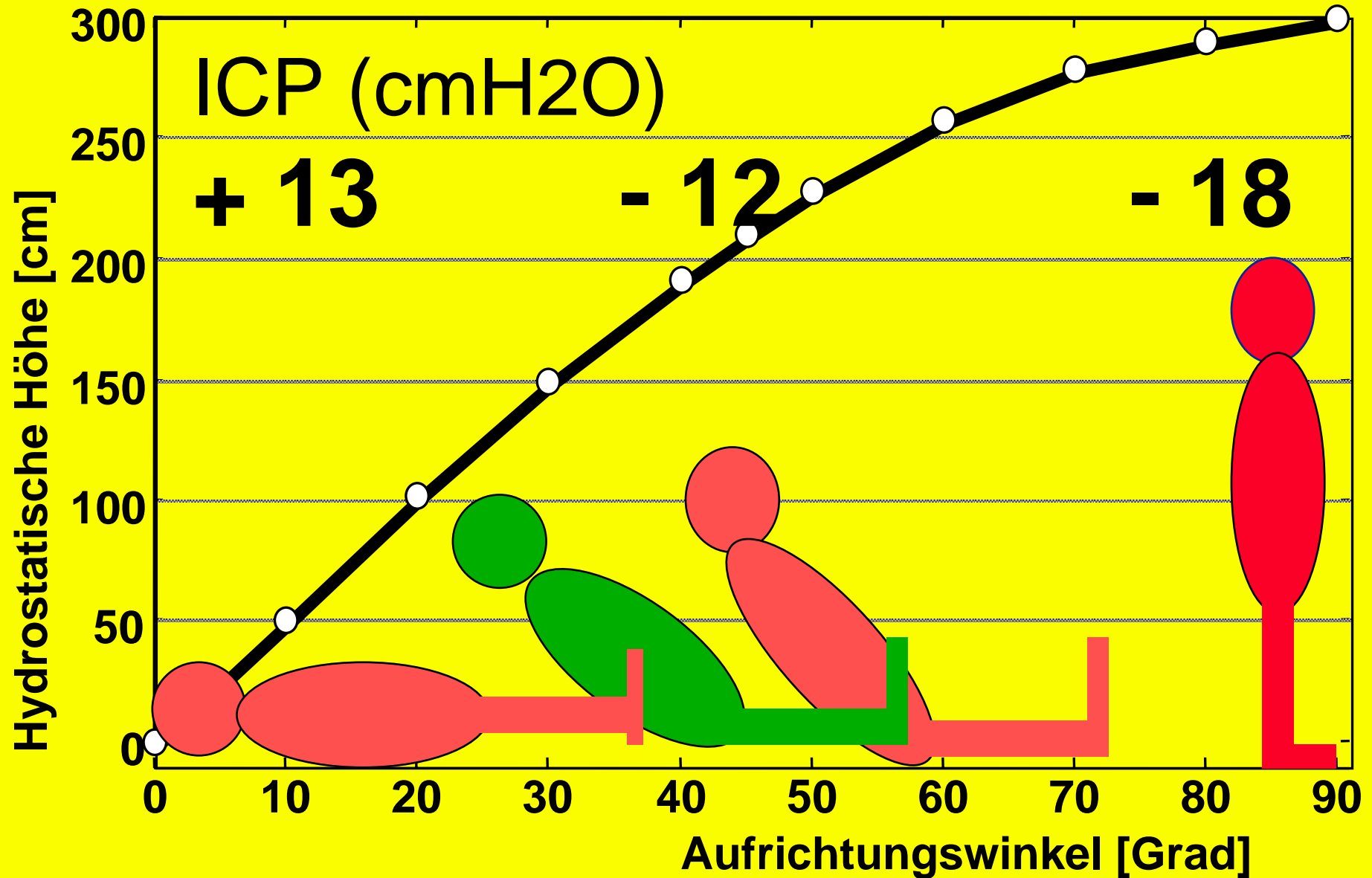
$R_{\text{Abfluß}}$ hoch
ICP: - 5 mmHg

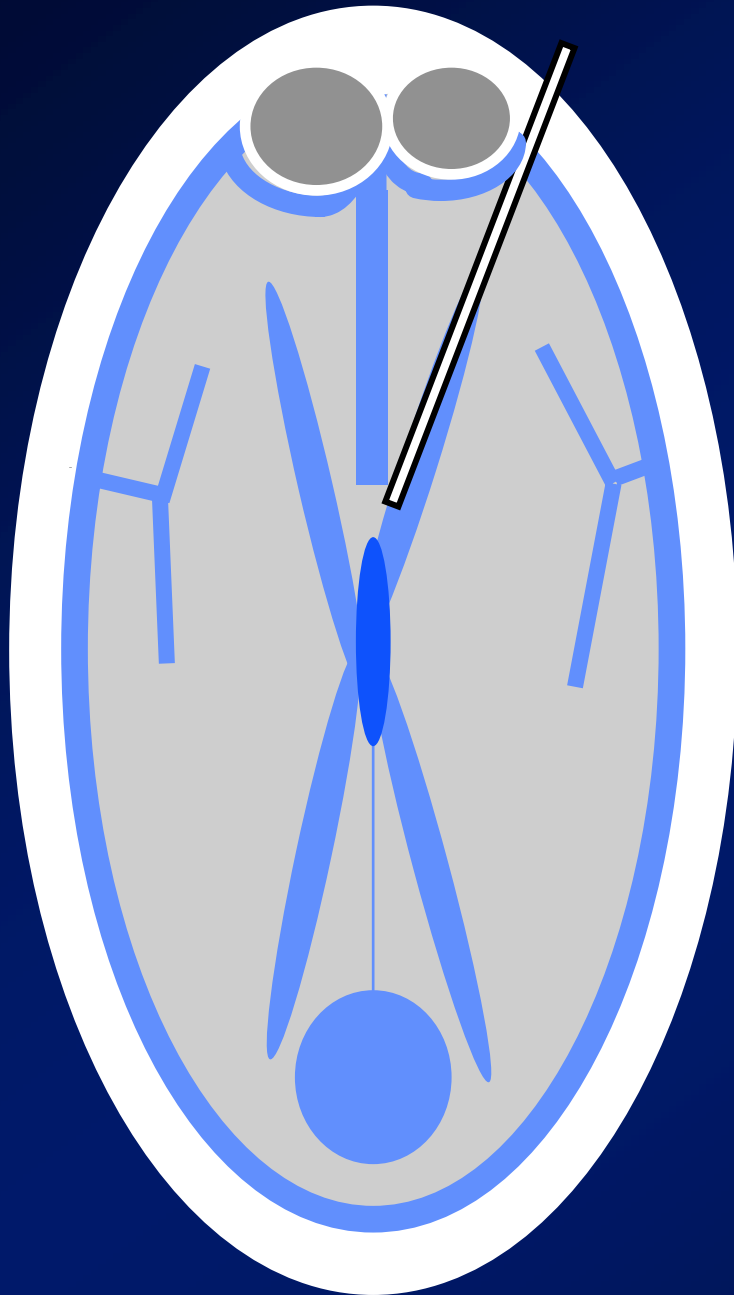


Carlos Hakim (1985)
The physics and
Thesis, MIT
Phlebographie der
V. jugularis

Ventil: 130 mmH2O

Erwachsener 170 cm





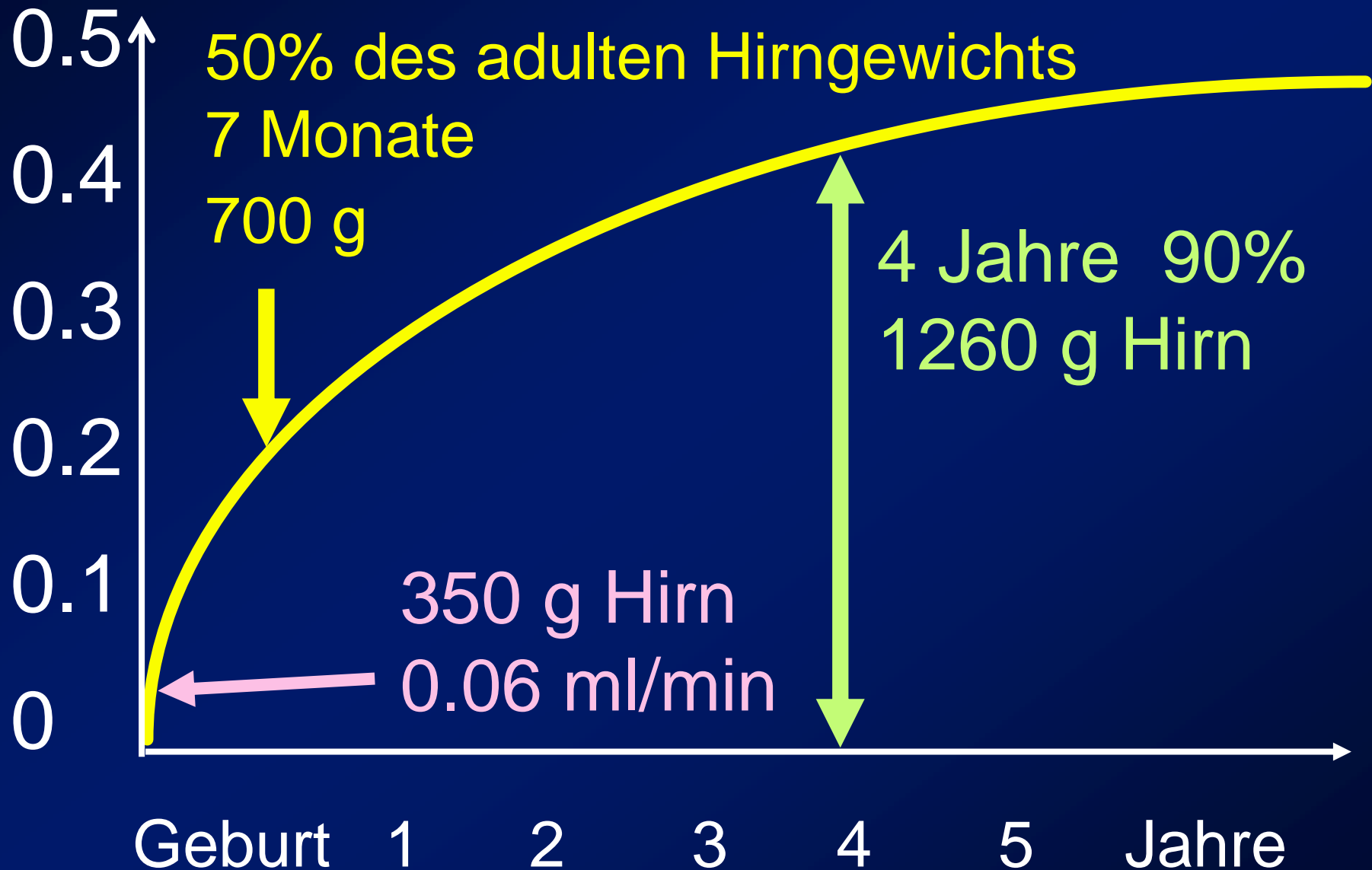
Chronische Überdrainage

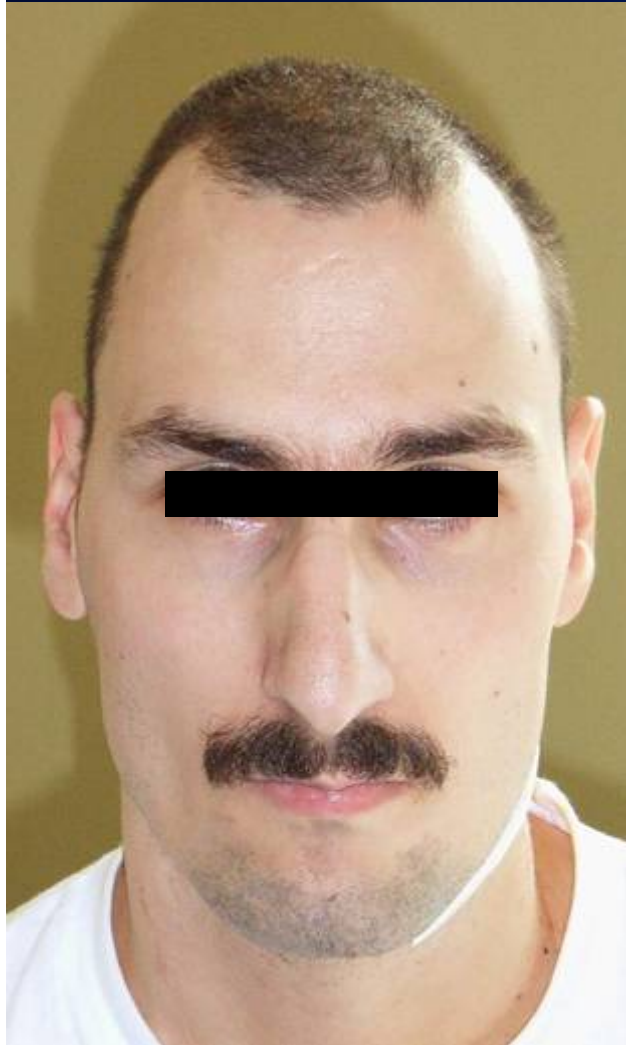
- Hyperpneumatisation
- Kalotte verdickt
- **Dolichocephale**
Dysproportion
- **Schlitzventrikel**
- Aquäduktstenose +
isolierter IV.Ventrikel



Okkludierte Ventrikel-Katheter

ml/min Liquor-Produktion vs. Wachstum





Dolichocephale Dysproportion des Schädels durch langjährige Shunt-Überdrainage in der Kindheit.
Strabismus

NPH

Medos verstellbar 110 mmH2O

Fluß*

Lichtstarre Pupillen

Justage
[mmH2O]

Sophy
[ml/h]

Medos
[ml/h]

50/30

2124

1558

110/100

1747

1164

170/200

632

790

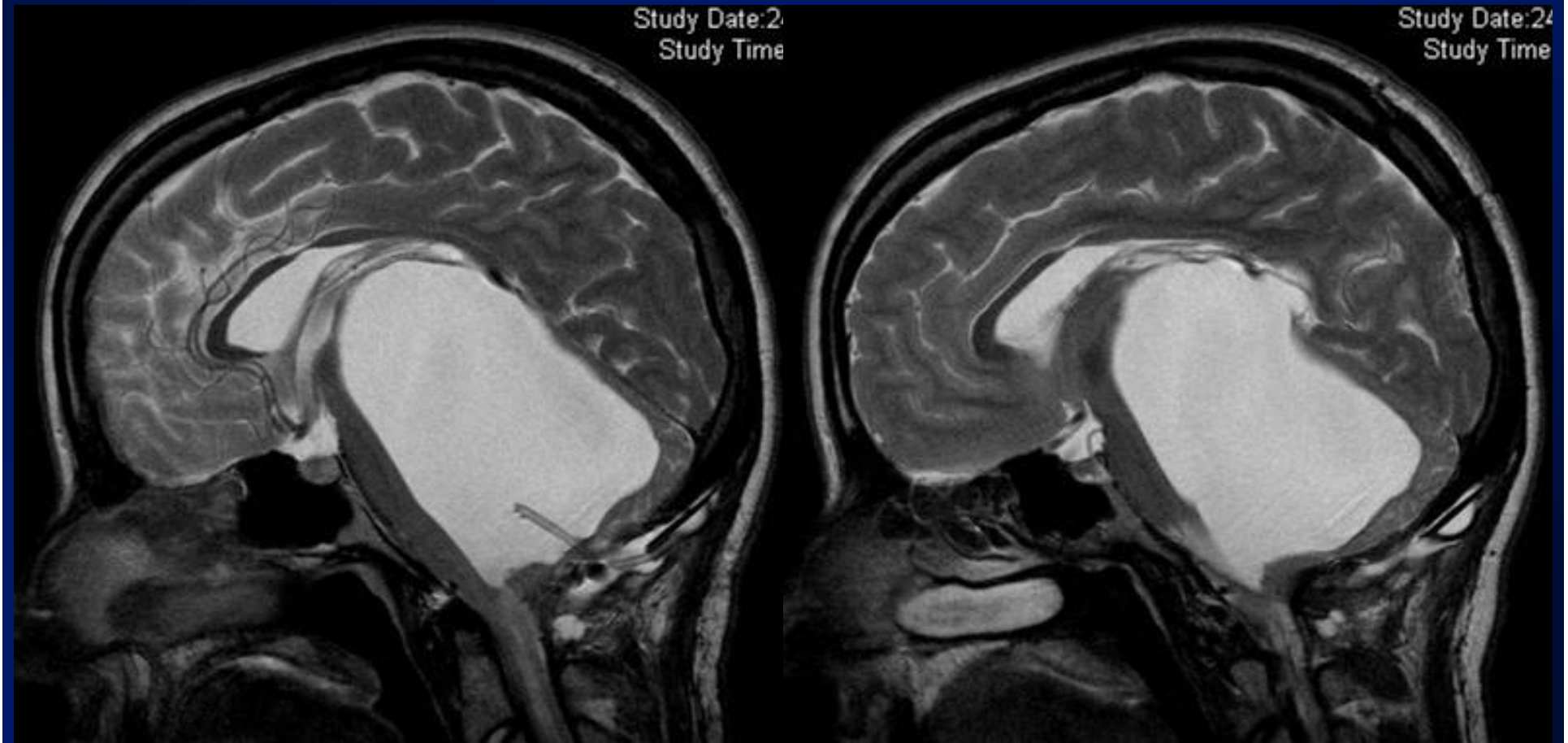
*Druck 30 cmH2O,
ohne Katheter

-97

W80/L35

04:20:52.61

- 23-jährige Patientin mit kongenitalen Hydrozephalus
- Z.n. Anlage von Rickham-Reservoir in den IV. Ventrikel
- Rasch progrediente Hirnstammsymptomatik
- Seit Geburt mit VP-Shunt versorgt



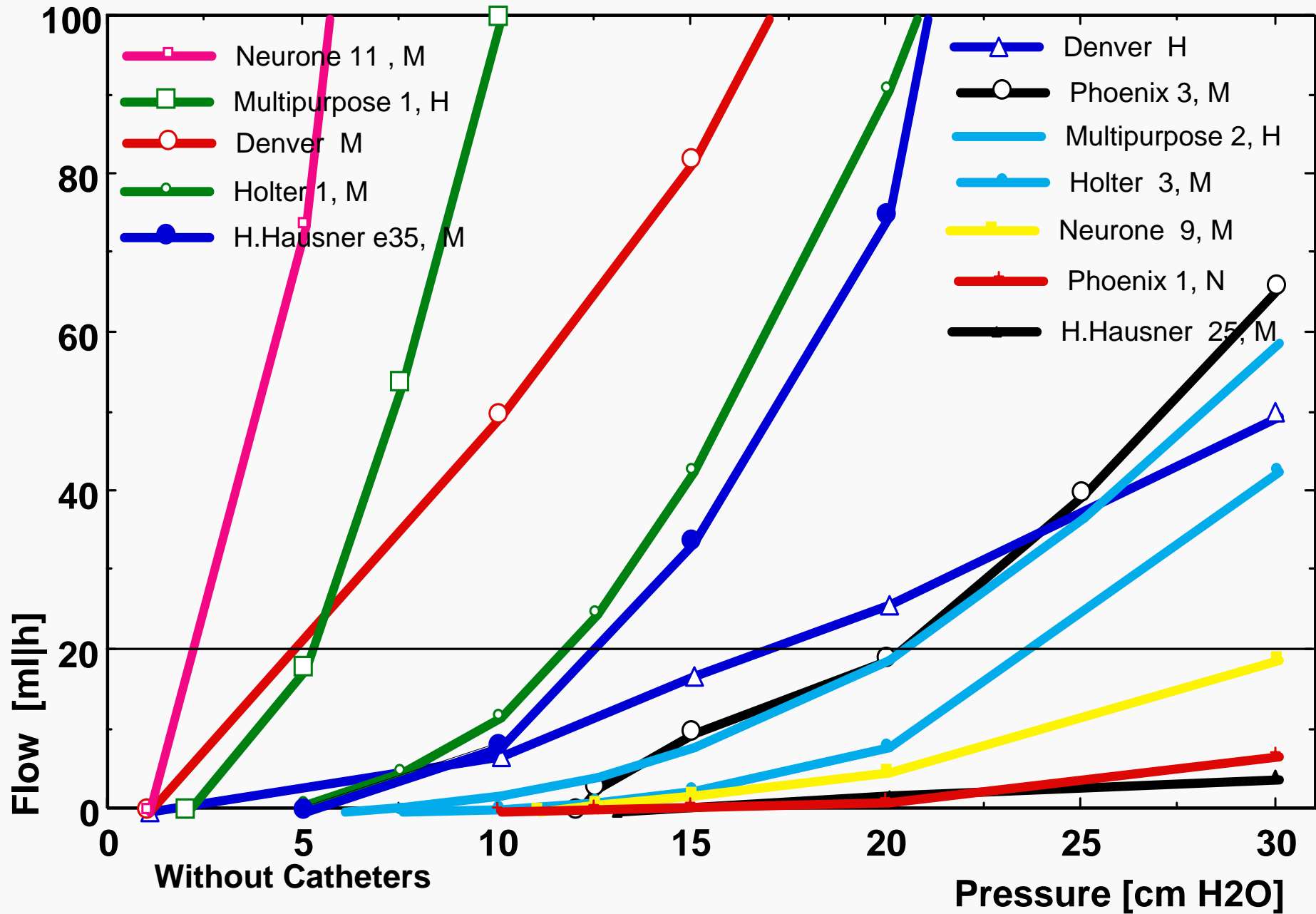
Heidelberger Material: 937 Ventile

- 90 Differente Konstruktionen
- 25 Hersteller
- 379 Neue Ventile (40,4 %)
- 558 Explantierte Ventile (59,6 %)

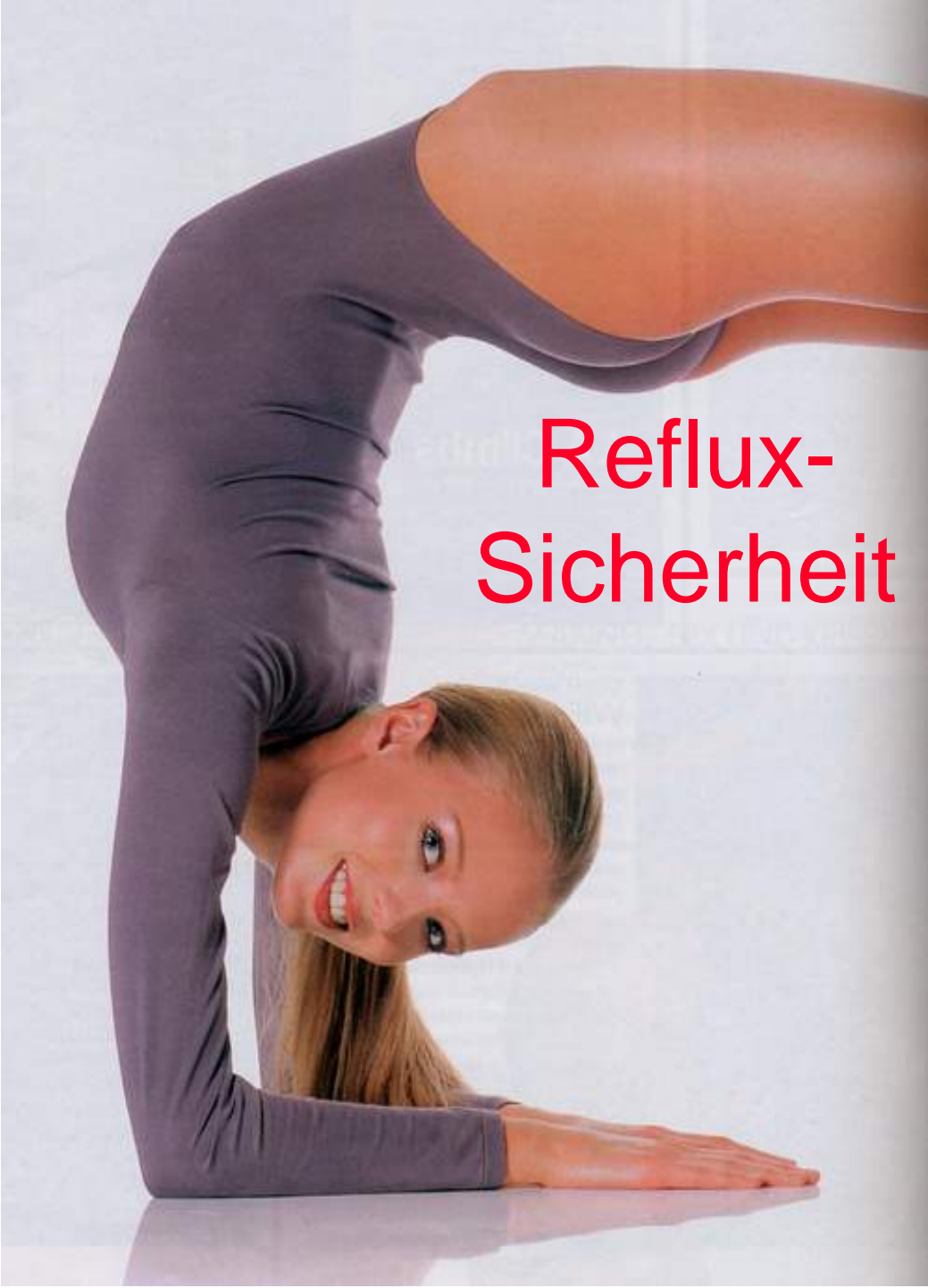
Ventil - Typen:

- 562 Kugel-in-Konus
- 212 Proximaler Schlitz
- 105 Membran
- 34 Negative Feed-back Regulation
- 24 Distaler Schlitz
- 3 Sonstige

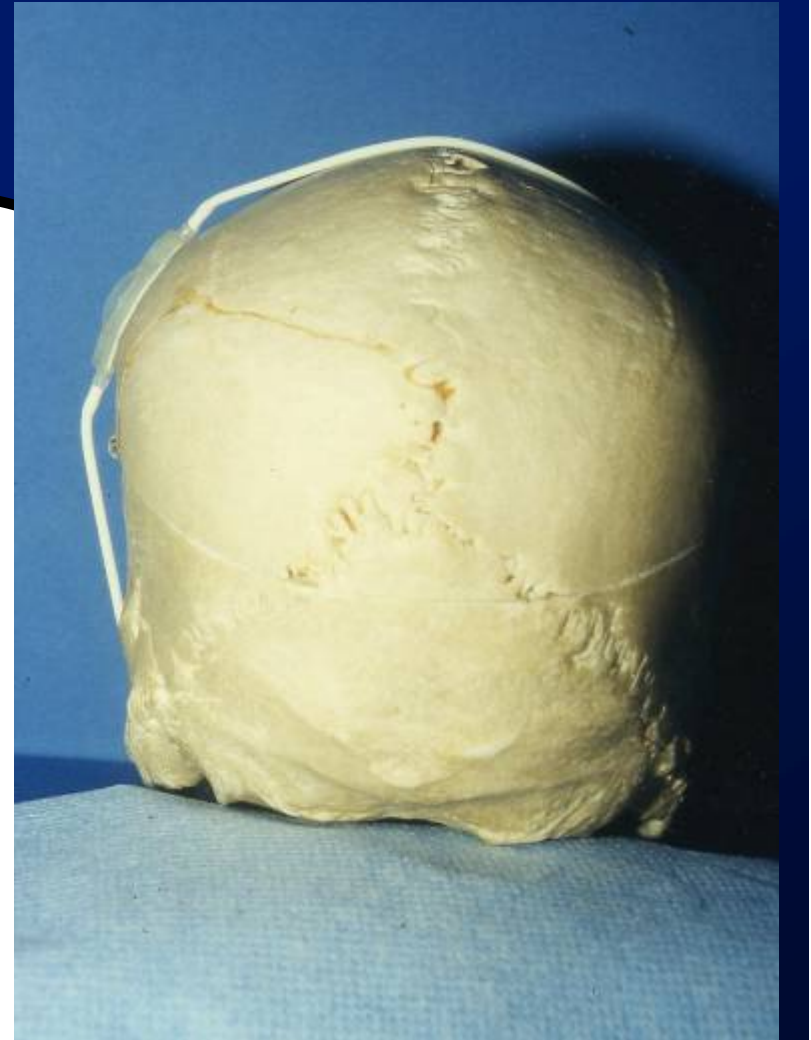
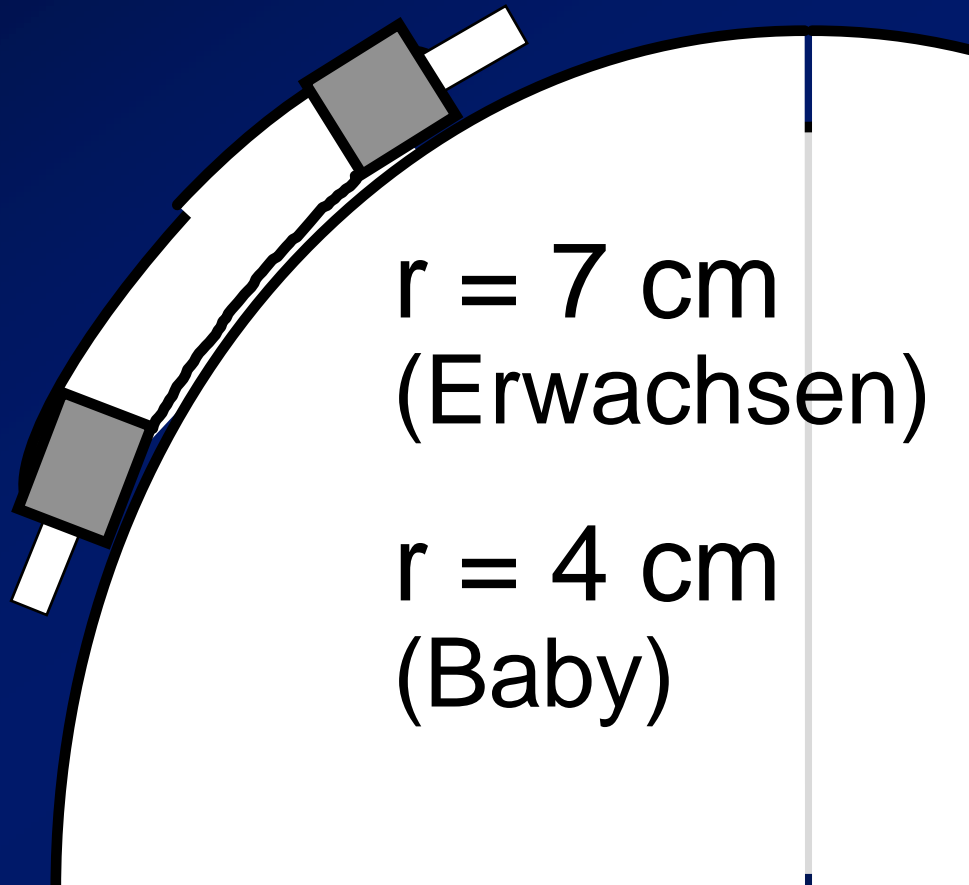
Pressure-Flow through Proximal Slit Valves



Reflux-
Sicherheit



Die Flexion eines Ventils auf dem runden Schädel ist ein lebenslanger Faktor

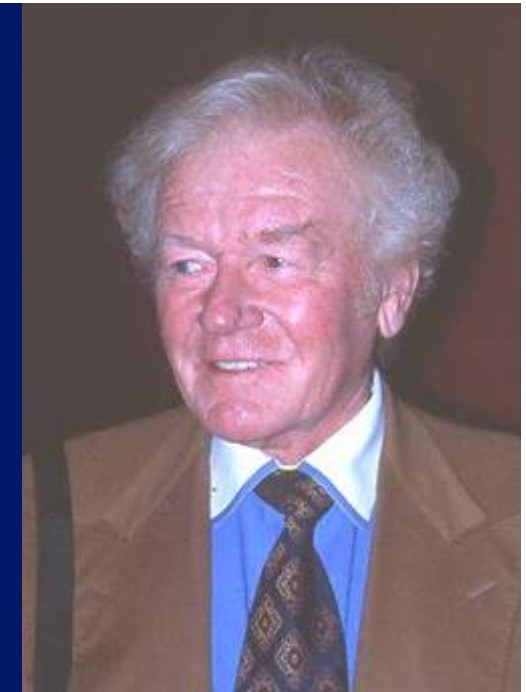


2. Generation von Ventilen

- 1951 (ca.) **Verstellbar mit Magnet**; Bush-Matson)
- 1969 mit Schraubenzieher (Kuffer & Strub)
- 1984 **Perkutan verstellbar**
(Marion, C. & S. Hakim)
- 1973 **Antisiphon** (Portnoy & Schulte)
- 1975 **Schwerkraftsteuerung** (S. Hakim)
- 1987 **Negative Feed-back Regulation**
(Orbis-Sigma; Sainte-Rose)



Die Väter der verstellbaren Ventile



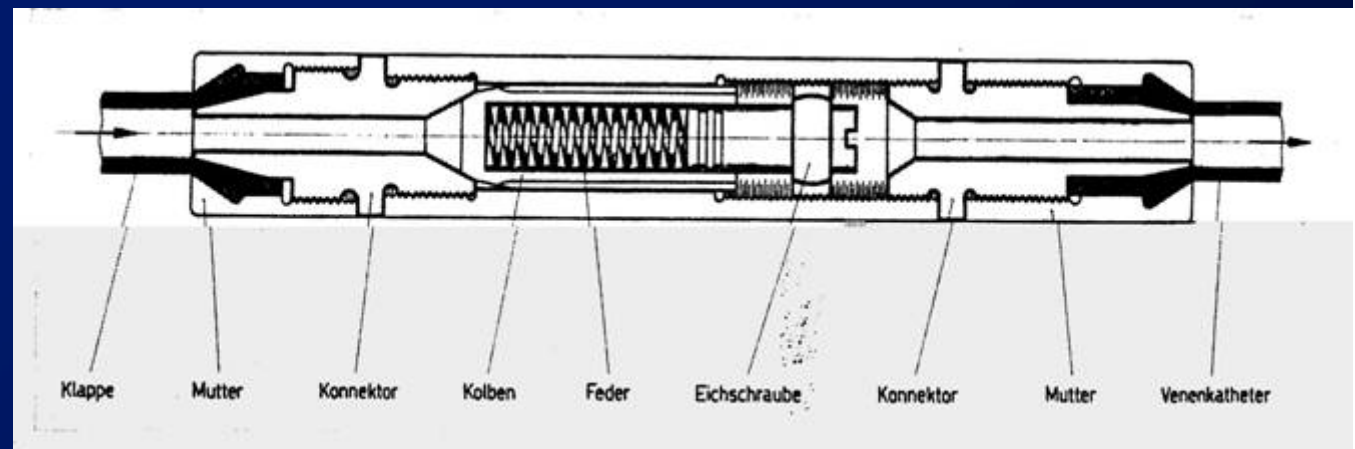
Bush V. & Matson D., Boston
ca. 1951

Magnetisch gehaltenes Ventil,
und Verstellung.
Unpubliziert.

Kuffer F, Strub D
Swiss Patent
Nr. 496445;
July 15th, 1969

Kuffer F. & Strub D., Bern
1969 Patent, publ. 1971

Verstellbar mit Schraubenzieher

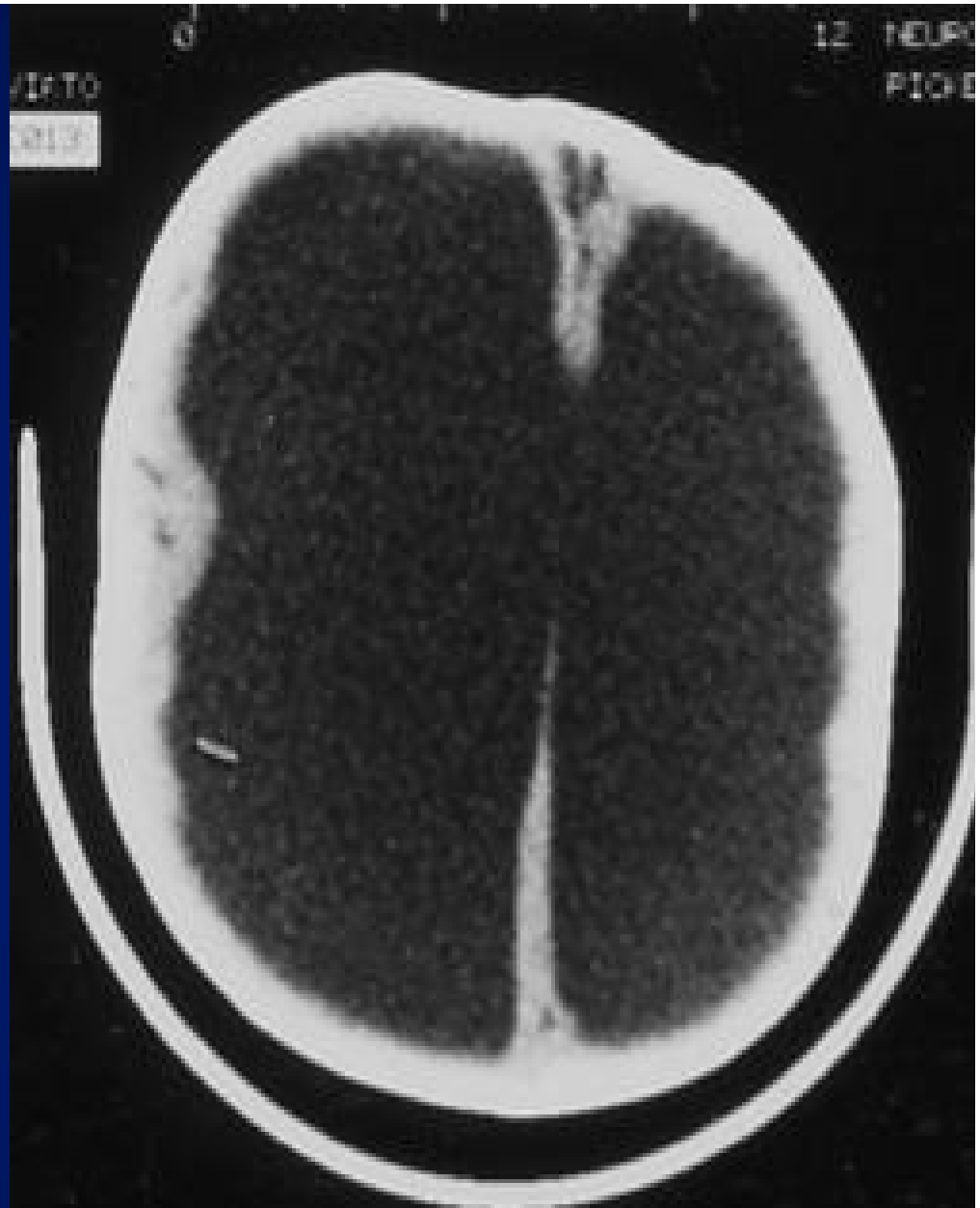


1336 Verstell-Ventile bei 1091 Patienten

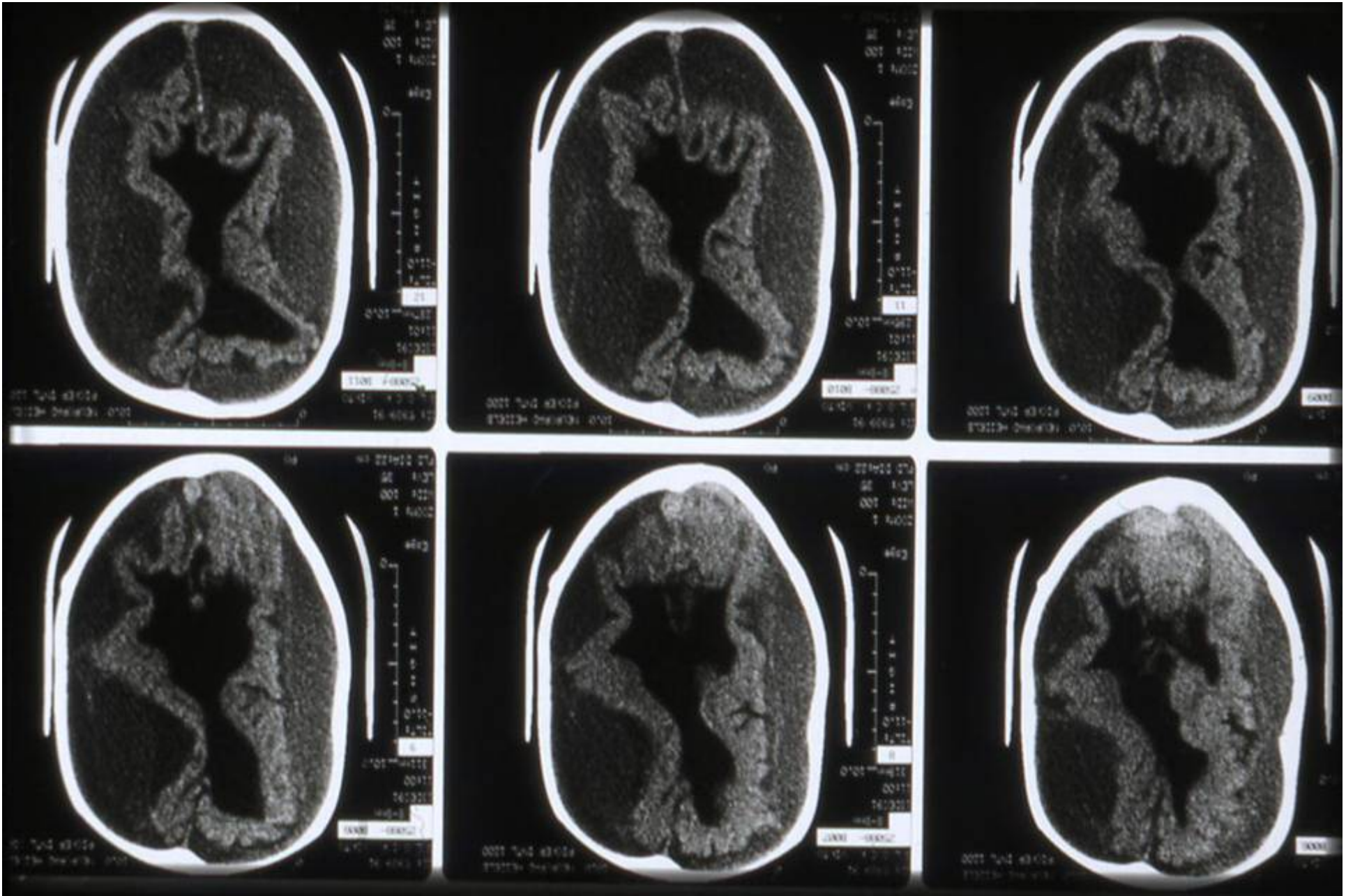
Typ	Patienten			Ventile
	Heidelberg	extern	Alle	
	n	n	n	n
Medos verstellbar	612	59	671	855
Sophy SU3/8	1	17	18	18
Sophysa-Polaris	-	4	4	4
Medtronic Strata	-	2	2	2
Heyer-Schulte On-OFF	18	-	18	19
Miethke PROGAV	352	7	359	410
Miethke ProSA	17	2	19	21
	1000	91	1091	1336

*Primär behandelt in externen Kliniken. Neueinstellungen, ICP-Messungen, Kontrollen in Heidelberg.

HD 9/2010



Victor G. *7/1988. Posthämorrhagischer Hydrocephalus
6/1990 Erster Patient mit einem verstellbaren Medos-Ventil (Serie)



Victor G. 1993: Bilaterale cSDH, asymptomatisch. 140 mmH₂O

Victor G., geb. 1988. Posthäm. Hydrocephalus

6/90 Erster* Patient mit verstellbarem Medos-Ventil

1 Shunt-Anlage

6 Revisionen wegen Infektionen:

2 Ventrikulitis: Shunt-ex + EVD + Shunt

1 s.c. Empyem ø Liquorinfektion

3 Revisionen wegen Hydraulik

1 Drainage von bilateralen Subduralen

1 Shuntligatur + 1 -Wiederöffnung

21 perkutane Ventilverstellungen

4 Medos-P-Ventile, 2 x mit g-Ventil

>60 Röntgen, >30 CT-Untersuchungen

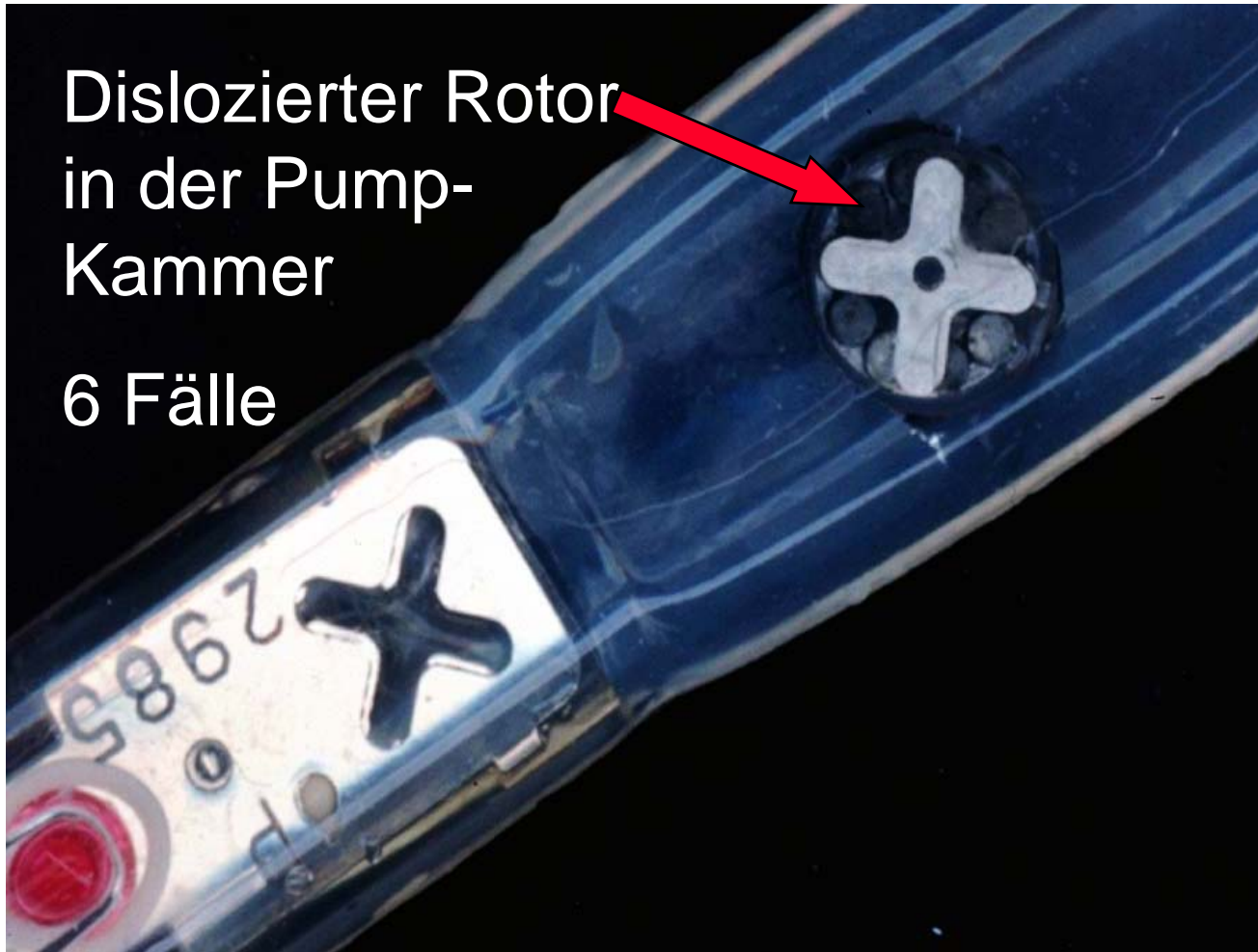
Insgesamt 10 OPs wegen Shunt

Nicht shunt-bezogen: OP eines traumat.
Epidural-Hämatoms nach Sturz

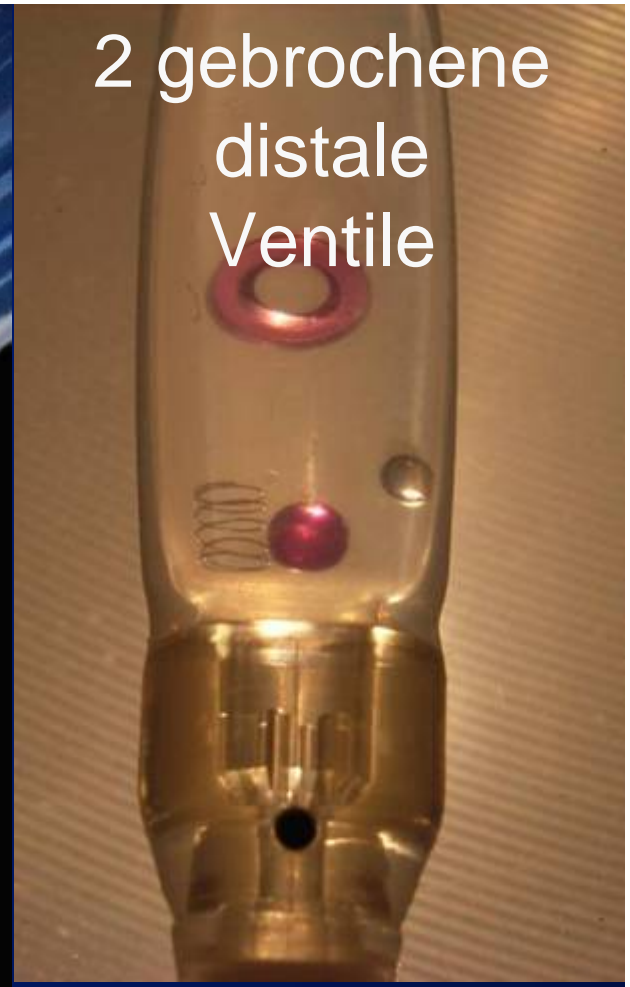
*Serienmäßiges Medos-Verstell-Ventil

Dislozierter Rotor
in der Pump-
Kammer

6 Fälle



2 gebrochene
distale
Ventile



Rotorbrüche

1,3 % 11/ 854 Medos-P-Ventile

1,7 % 11/ 665 Patienten



ProGAV,
eingedellt durch zu zu
hohen Druck beim
Einstellen präop.
Mechanik beschädigt,
nicht mehr einstellbar.





POTENTIAL DEJUSTATION HAZARDS FOR
SOPHY SU 8 VALVE:

- Door magnets
- Loud-speaker
- Strong percussions
- Walkman - earphones
- Magnetic Resonance Imaging
- Transcutaneous Magnetic Stimulation



Sophysa SU-8

Dejustage-Risiko

Labor ca. %

Schließmagnet 80-100 %

Kopfhörer 1-5 %

Lautsprechermagnet 10 %

Fingerschnicken 50 %

Klinische Erfahrungen

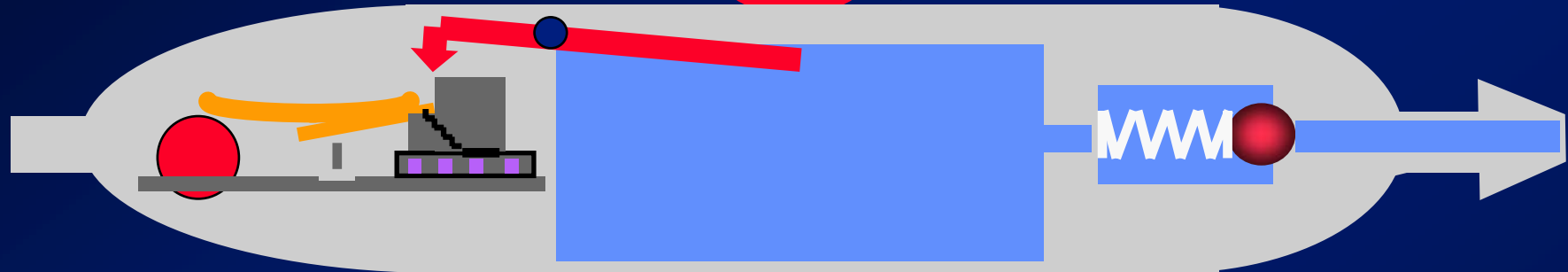
MRT 30-80 %

Längeres Follow-up* 15 %

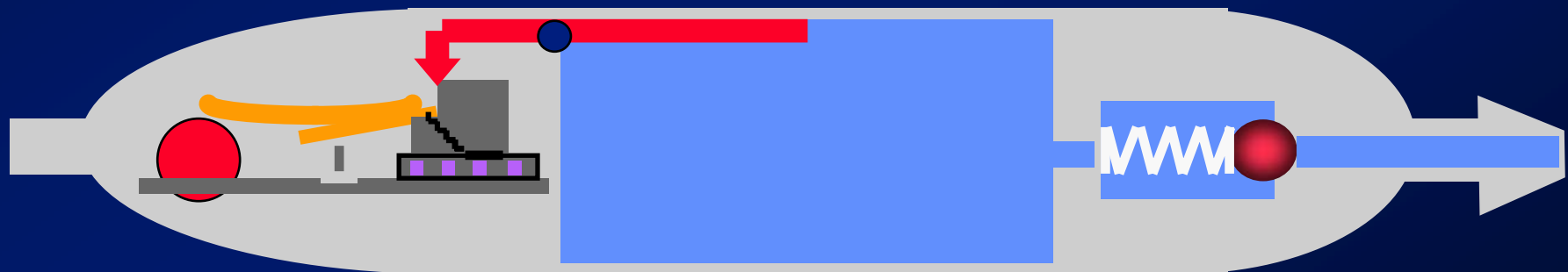
(*Will 94, Krähling 95)

“Bremse” frei

bei Druck



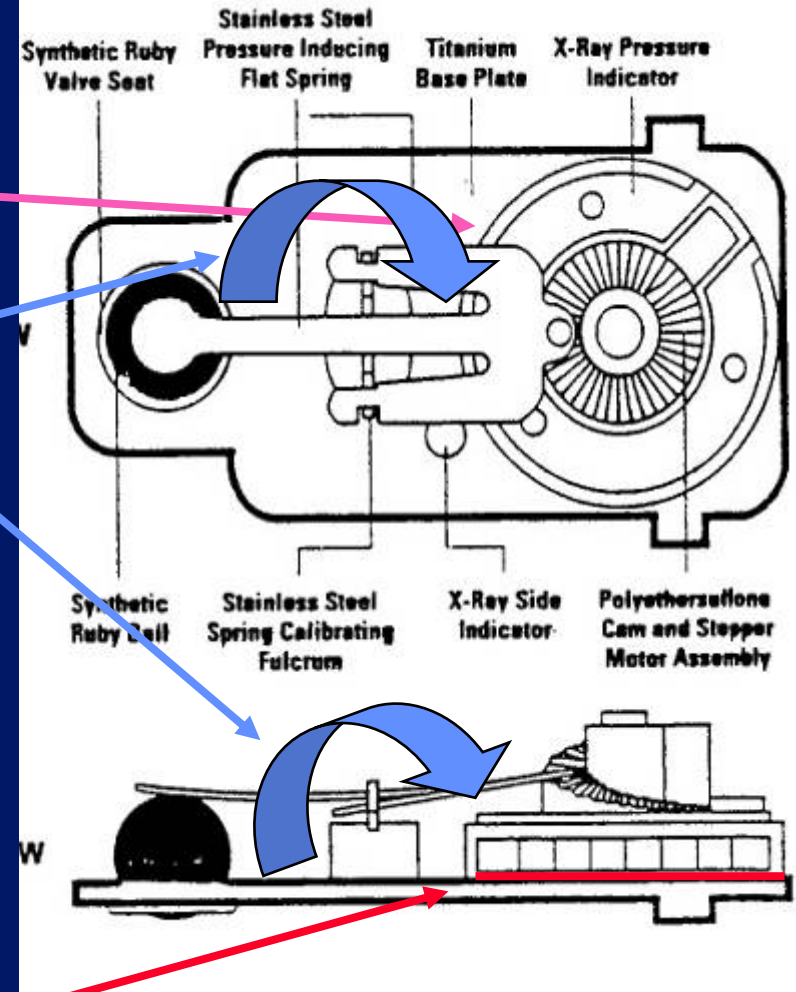
“Breme” fest. Helix fixiert



Aschoff A: Results of lab testing of the Medos Programmable Valve. 10th European Congress of Neurosurgery, Berlin, 1995

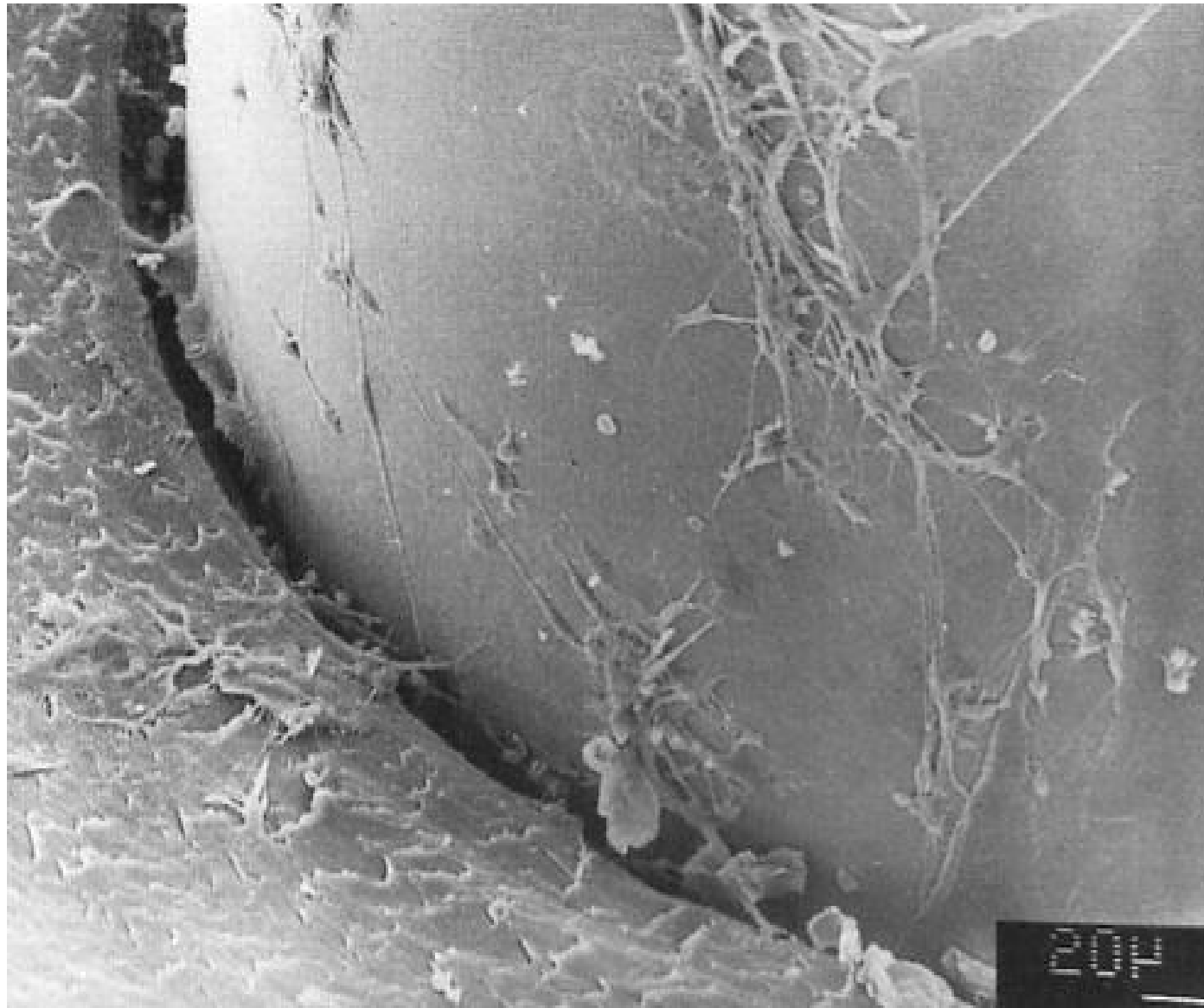
Liquorfluß

- Rotor \varnothing 3,5 mm
- Turbulenter Fluß
- Schlitz zwischen Rotor und Basis ca. 0.3 mm
- Protein Biofilm



Adjustable Codman-Medos Valve

3-T-MRT – Erwärmung $>60^{\circ}\text{C}$? – Eiweiß-Koagulation?



Orbis-Sigma,
explantiert

Rubinzyylinder
und Auslaß
mit

Fibroblasten

REM-Photo

W. Schöner et al. In: Matsumoto/Tamaki eds.
Hydrocephalus; Springer, Tokyo 1991, p. 464, fig 12a

Orbis-Sigma-II Survey

557 patients, prospective, multicenter, 5-years

Overdrainage*	2.0 %	11
Shunt blockage	13.5 %	75
Valve blockage*	5.0 %	28

Hanlo 2003

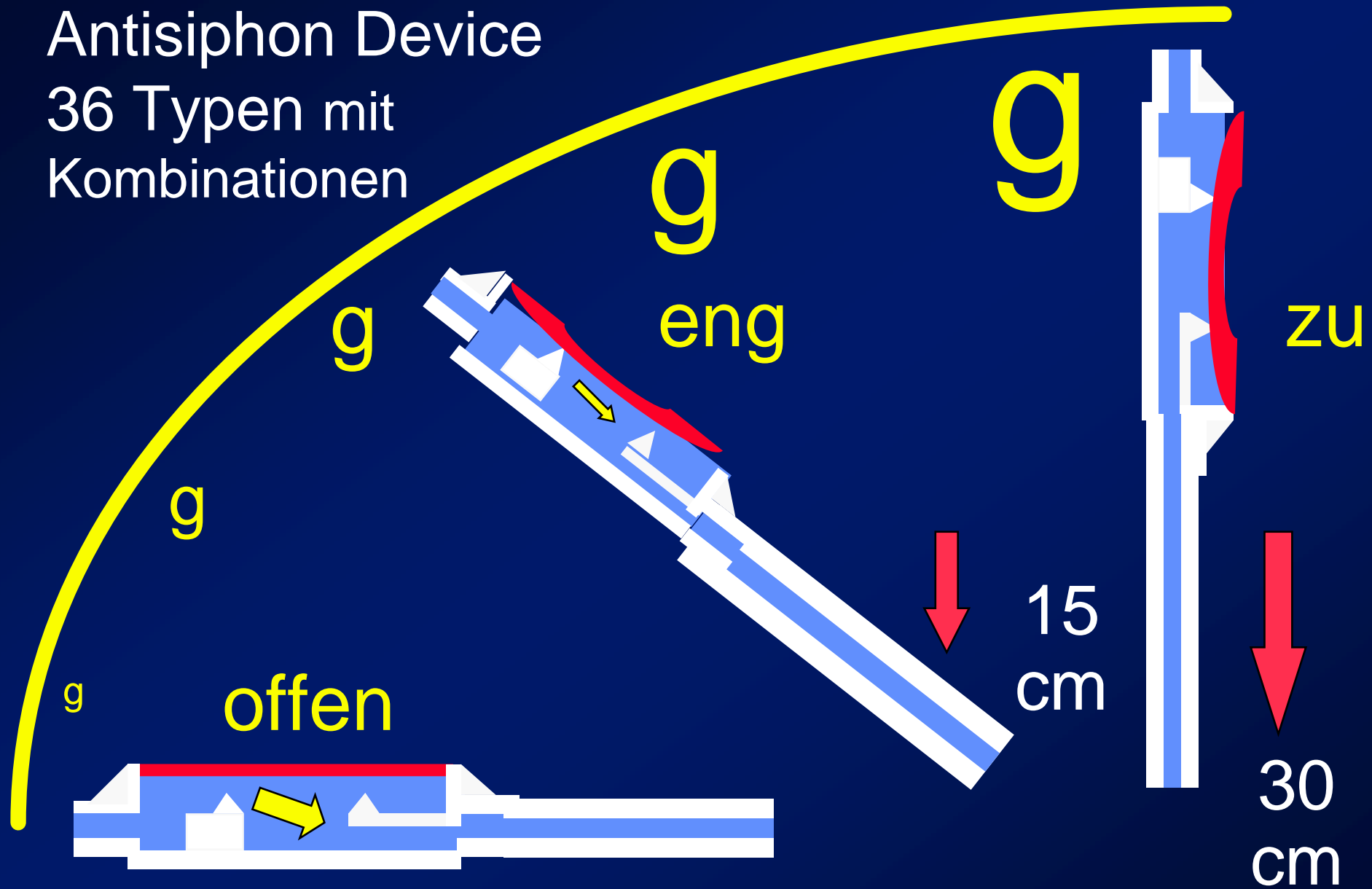
Overdrainage	1 %
Underdrainage	20 %

(OSV I, % of complications)

Serlo 2001

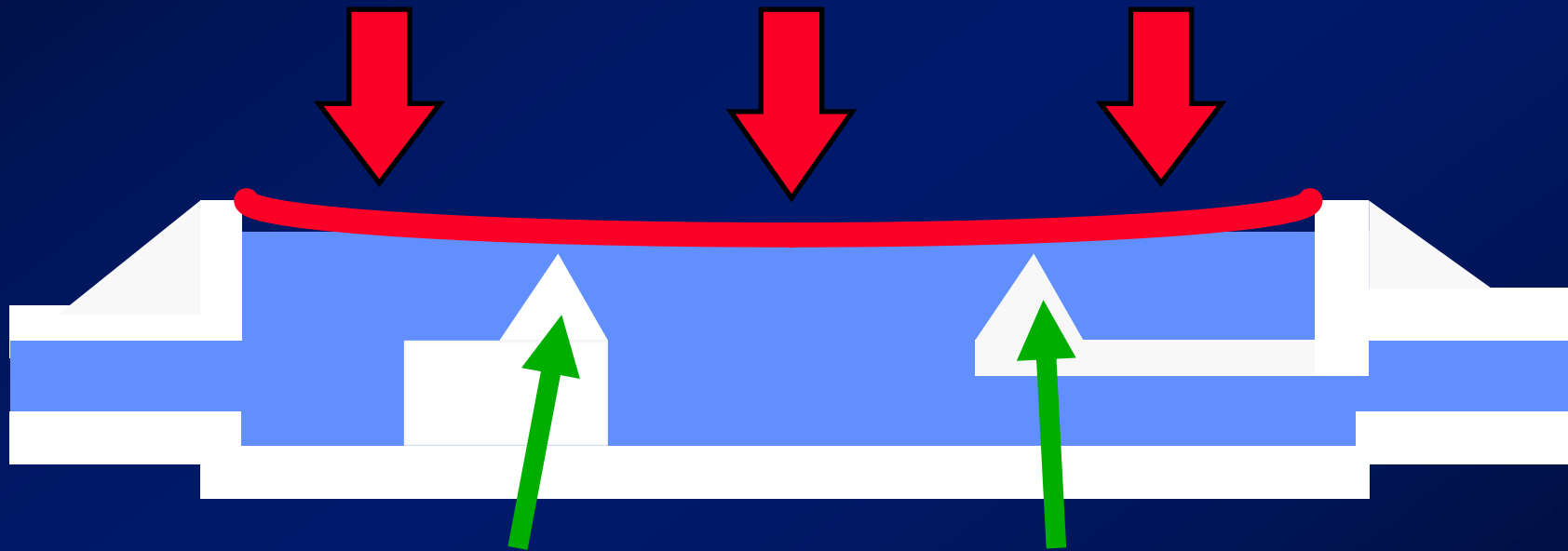
Antisiphon Device

36 Typen mit
Kombinationen



Antisiphon-Device (ASD)
unter erhöhtem s.c. Druck

(Narbengewebe, Ödem, Liegen auf ASD)



Flexible Membran nach innen gepreßt
Überströmkanal verengt, Widerstand hoch

38 Patienten mit ASD/SCD/Delta/Strata

18 kombiniert mit Verstellventilen

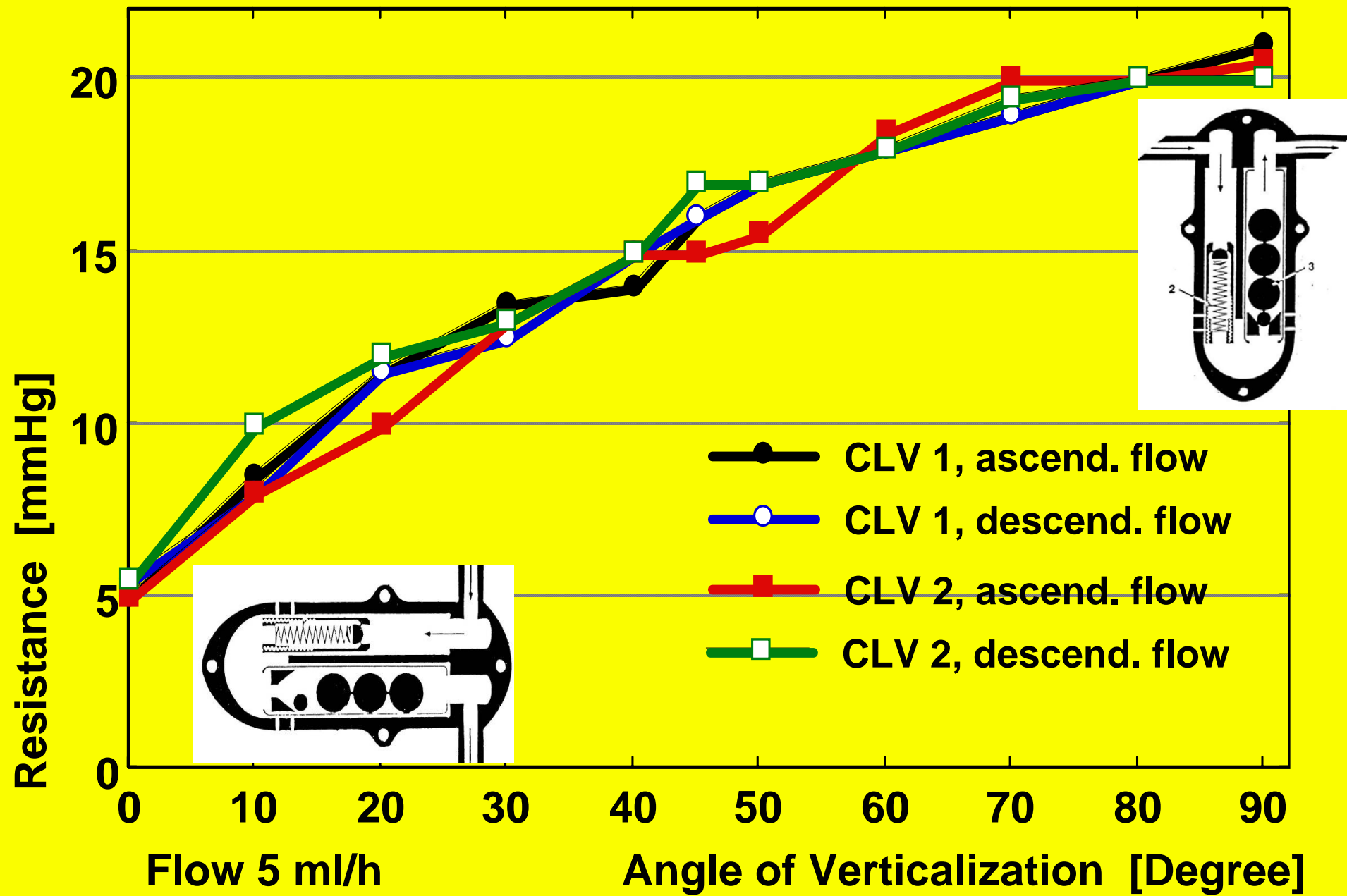
- 13 noch implantiert (34%), davon
 - 4 schlecht (Revision abgelehnt / 1 x erwogen)
 - 3 problematisch
 - 3 fair
 - 3 gut*

- 25 ASDs entfernt wg. Dysfunktion (66%)

- 19 Wechsel zu Schwerkraftventilen
- 4 Tausch vs. Medos-P bzw. 1 Einfach-Ventil
- 2 Shunts entfernt

- 3/38 Ergebnisse mit ASDs gut (7,9%)

2 Cordis Hakim-Lumbar: Resistance vs. Verticalization



Hakim-Lumbar Chhabra Cordis GCA
Sophysa AS Dual-Switch ShuntAssistent

alt neu



Miethke PaediGAV

Derzeit 36 Schwerkraft-Ventile

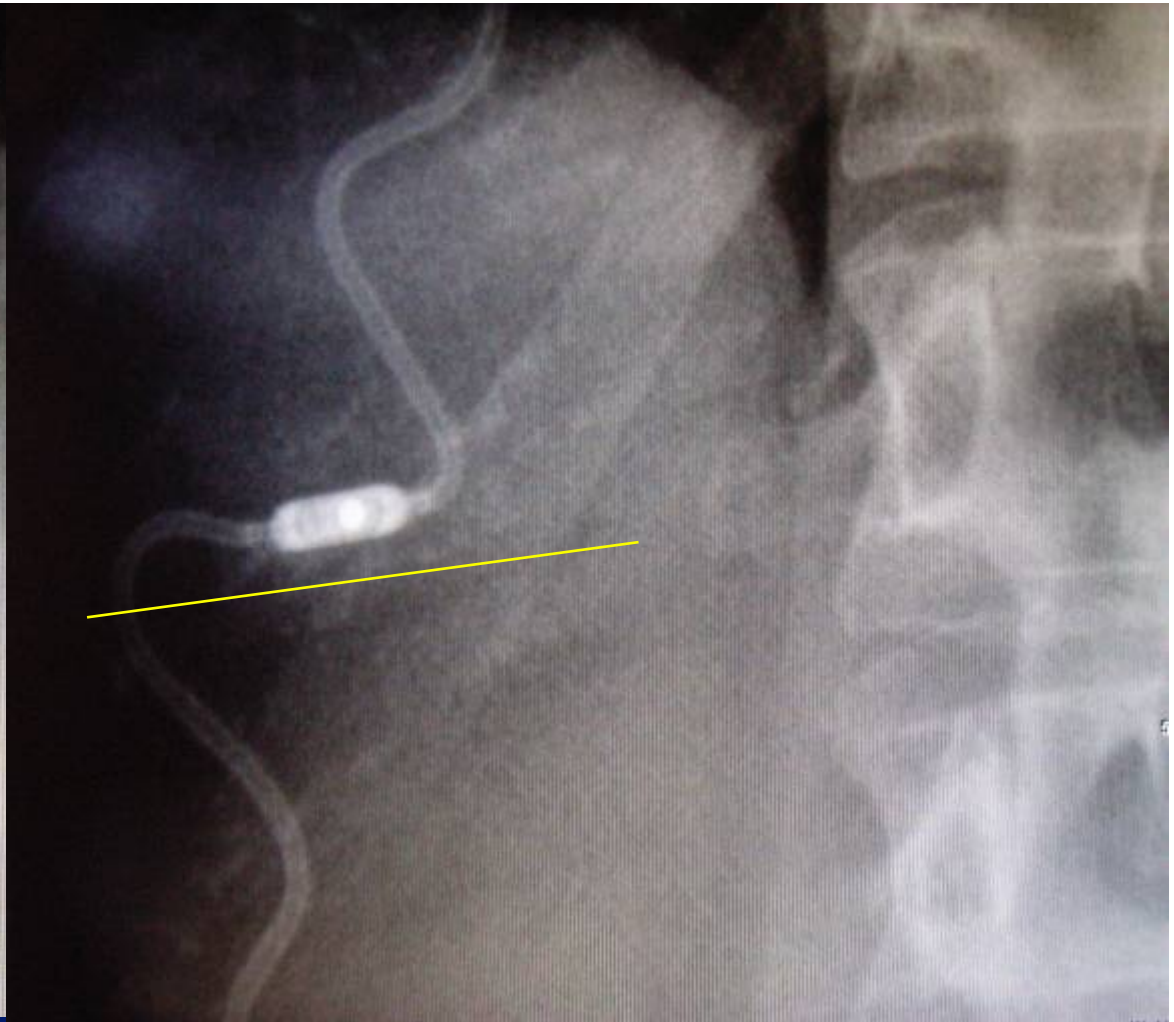
„Drehfreudiges“ Hakim-Lumbar

45°

45°

90° Abweichung
der Ventil- von der
Körperachse

Fehlfunktion!



Miethke Shunt-Assistent, thorakal implantiert
Im Stehen 45° Abweichung
nach vorne gebeugt 85° Abweichung

Das "Kissen-Problem"

Dia Würzburg 1996

Rrrr..., Rrrr...

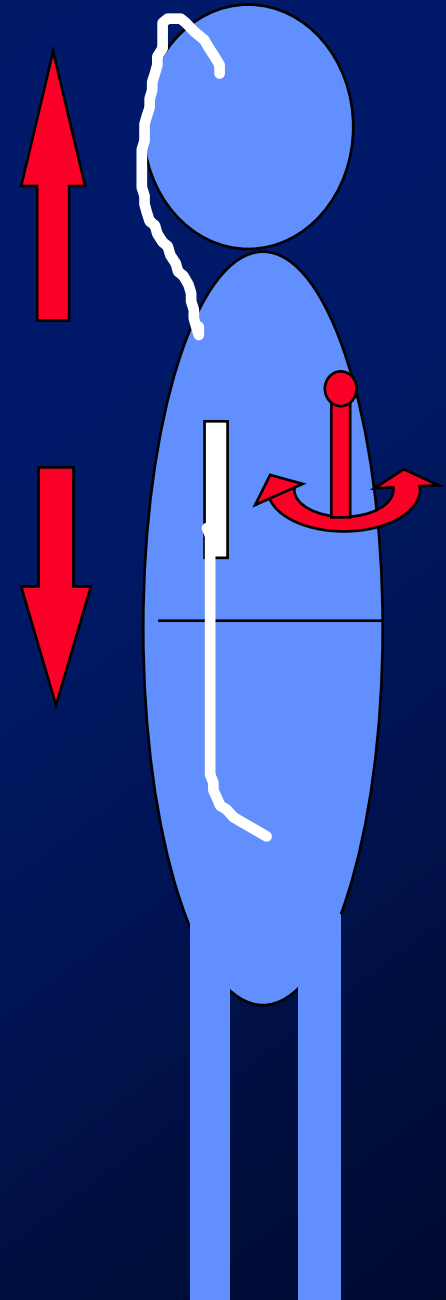
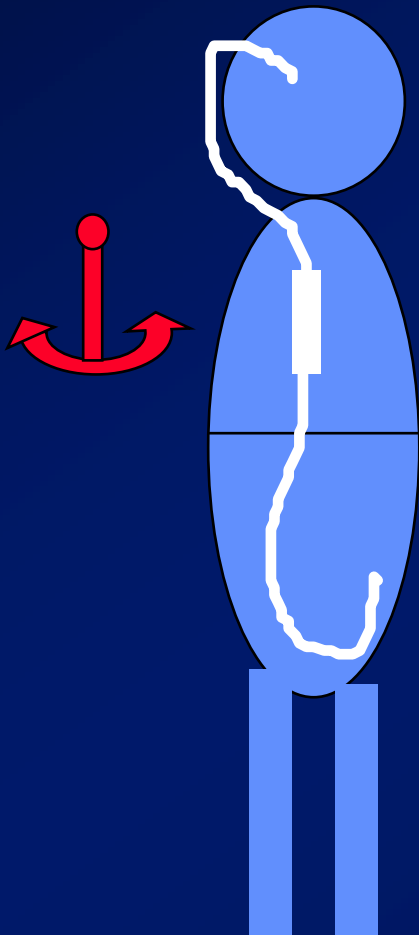


Schwerkraftventil, retroaurikulär:
Winkel von Körper und Kopf diskrepant!

Kinder: Thorakale Implantation

Risiko von Diskonnektion

durch Wachstum!



5/1993 erstmals Schwerkraft- und
Verstell-Ventil kombiniert

Katheterschleife
wegen
transversalen
Anschlüssen

Schwerkraft-
Ventil

Modifiziertes Hakim-Lumbar ohne Federventil
+ verstellbares Medos-Ventil

822 Patienten mit 1108 Schwerkraft-Ventilen

- 7/1984 - 8/2010 (Routine seit 1994)
- Retrospektive Studie
- 39,5% von 2082 Shuntpatienten hatten g-Ventile
- 1981 Patienten implantiert in HD, 101 extern
- 293 kombiniertes g-Ventil + DP-Ventil (1 Gehäuse)
- 764 supplementäres g-Ventil
- 19% Kinder bis 16 Jahren
- 81% Erwachsene

Patienten mit Schwerkraft-Ventil unter implantierten g-Ventilen

- Ø Aufwärtsherniation bei Post.fossa-TU
- Ø Einklemmung
- 1 Blutung bei unversorgtem AVM/ Aneuryma
- Ø Keine Erblindung
- Ø Keine neuen isolierten 4.Ventrikel
- << Schlitzventrikelssyndrome (neu/ schlechter)
- Ø Aquirierter Chiari mehr bei 22 LP-Shunts
(vorher 15%)
- Ø Exzessiv dicke Kalotte mehr neu entstanden

Chronisch Subdurale (\pm OP) bei iNPH

Autor/Jahr	Pat. n	Ventiltyp	cSDH %
Hebb 01	1072	Einfach-DP	15,4
Black 07	230	Medos-P	13,8
Zemack 02	218	Medos-P	9,7
Haque 08	+ OP 137	Medos-P + Strata	8,8
	inkl. asymptomatischer Hygrome		23,4
Aschoff 10	+ OP 45	ProGAV <u>allein</u>	8,9
Sprung/Seiler 03	105	Dual-Switch	3,0
Aschoff 07*	95	Cordis GCA (Paedi)GAV	2,1
Aschoff 10*	(* OP-pflichtig, NPH)	ShuntAssistent	2,2
Aschoff 10	<u>alle</u> HC-Typen 689	g-Ventile	1,6
	Spontane cSDHs + OP 689	g-Ventile	0,3

Svasona-Studie:

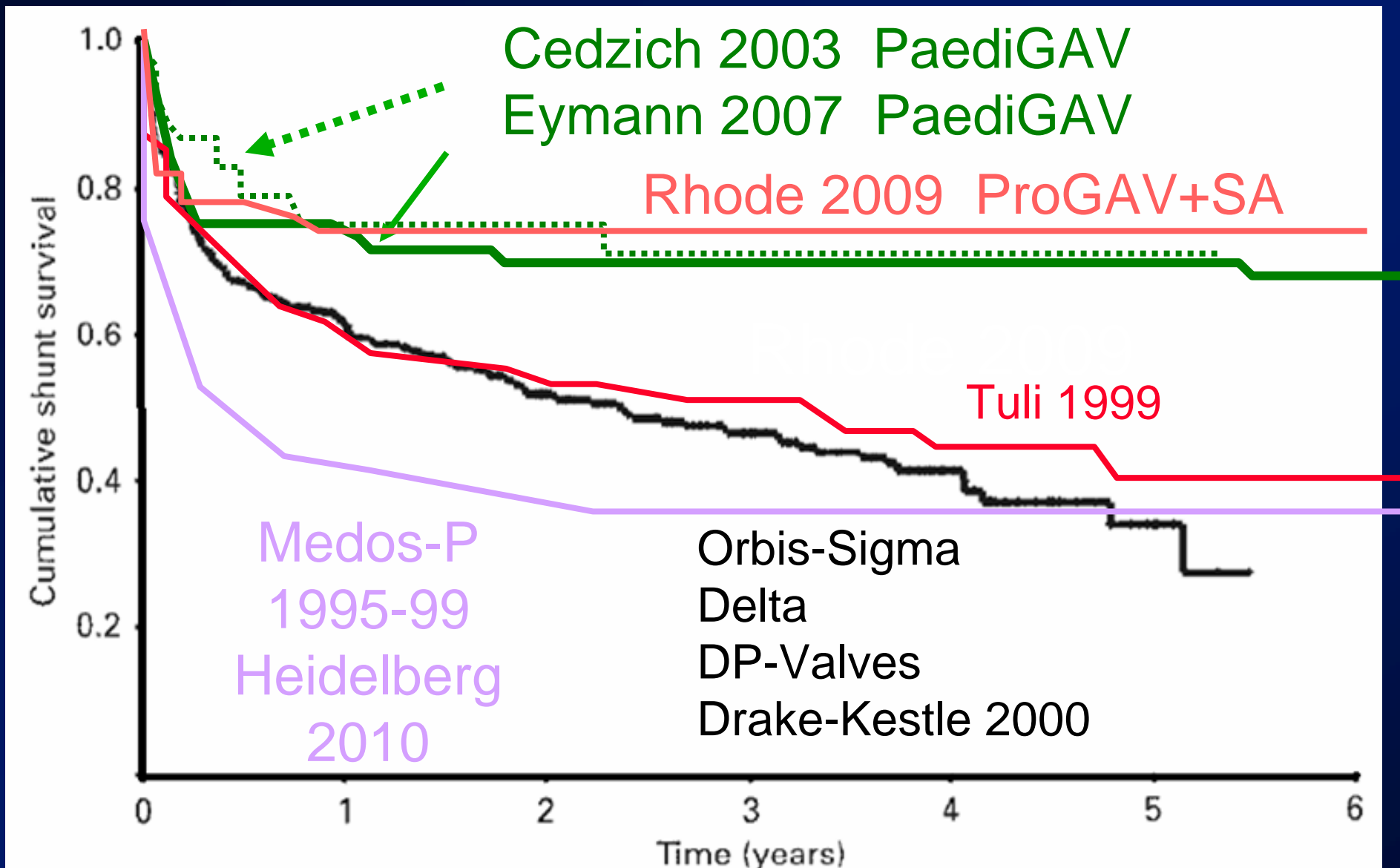
Chronisch Subdurale im Hospital, nach 6 / 12 Monaten

	Medos verstellbar N (Pat)	cSDH		ProGAV + Shuntass. n (Pat)	cSDH	
		n	%		n	%
im Hospital	71	10	14,1	74	1	1,4
6 Monate	67	24	35,8	70	4	5,7
12 Monate	58	12	20,7	60	0	0

Lemcke J, Meier U, et al. Safety and efficiency of gravitational shunt valves in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus: a pragmatic, randomized, open level multicentre trial (SVASONA).

J Neurol Neurosurg & Psychiatry 2013 Mar 1

Calculated by AA with data shown in table 2



Kestle et al.: *Pediatr Neurosurg* 2000; 33:230-236

Cedzich et al: *Zentralblt Neurochir* 2003; 64:51-57

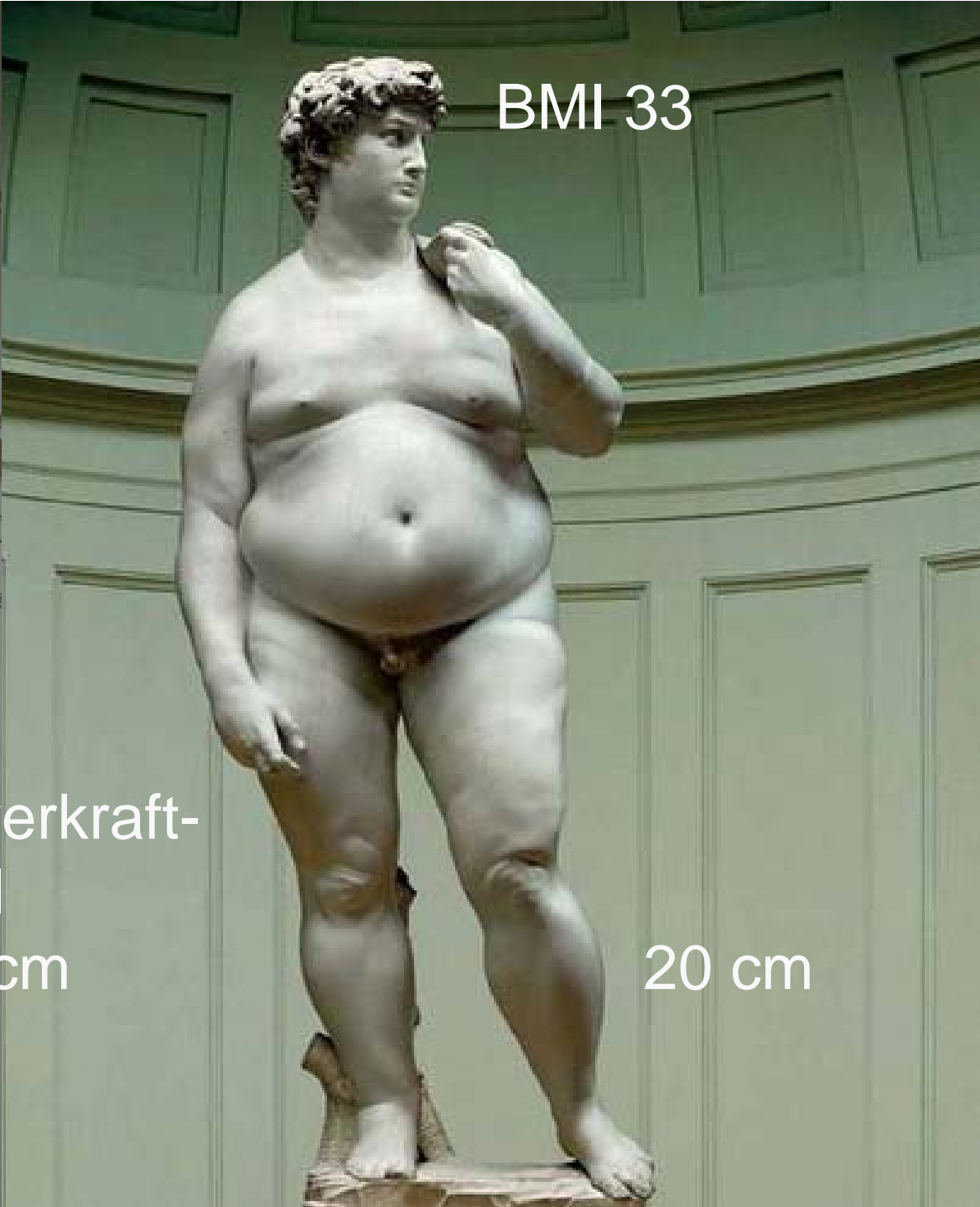
Eymann et al: *Neurosurgery 3 Suppl Pediatrics* 2007; 106:179-184

Rohde V, Haberl EJ. *J Neurosurg Pediatrics*



BMI 22

Schwerkraft-
Ventil
30 cm



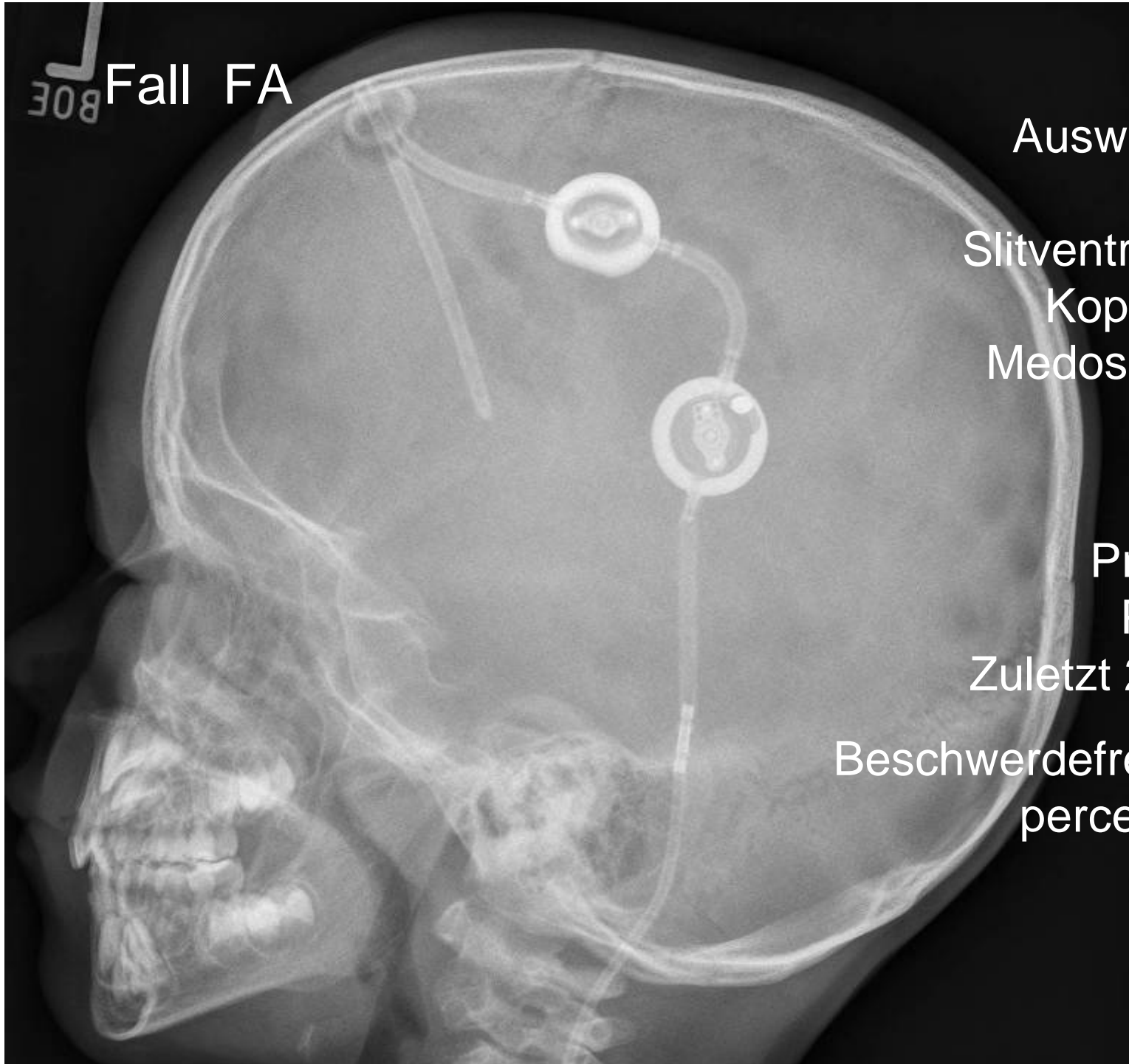
BMI 33

20 cm

308 Fall FA

3 ½ Jahre
Auswärts Medos-P
100-150 mm
Slitventricle-Syndrom
Kopfumfang <3%
Medos-P nicht mehr
einstellbar

6.3.2009
ProSA 20 cm +
ProGAV 7 cm
Zuletzt 26 cm + 9 cm
Beschwerdefrei, Wachstum
percentilengerecht



Zusammenfassung

1. Z.Z. bestes Ventil: ProSA + Verstellventil
2. Zweitbeste Lösung: ProSA + fixes Ventil (ca. 7 cm)
3. Verstellventil + relativ hohes g-Ventil
4. Fixes DP-Ventil + relativ hohes g-Ventil

Zusätzlich

- Impägnierte Katheter (Antibiotica, Silber)
- Prox. Katheter navigiert/ sonographisch, wenn <25 mm
- „Wachstumsreserve“ am proximalen Katheter
- g-Ventil streng vertikal (± 10 Grad), drehsicher
- Ab 16 Jahren g-Ventile thorakal / Epigastrium