

Abdelrehim El Tayeh
Dr. med.

Die Kombination von Schwerkraftventilen mit Differentialdruckventilen in der Hydrocephalus-Shunttherapie In-vitro-Studie

Geboren am 19.01.1976 in Tripolis
Staatsexamen am 17.06.2003 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Neurochirurgie
Doktorvater: Herr Priv.-Doz. Dr. med. Alfred Aschoff

Die Optimierung der intrakraniellen Druckverhältnisse bei Hydrocephaluspatienten erfordert die Implantation von Shuntsystemen, die sich an verschiedene Körperpositionen anpassen und die Liquorableitung bei deren Wechselmanöver stabilisieren. Differentialdruckventile drainieren in einem Shunt lageunabhängig und können eine Überdrainage bei Aufrichtung des Körpers wegen eines hydrostatisch bedingten Druckanstiegs nicht verhindern. Der hydrostatische Druck addiert sich dabei zum Differenzdruck; das Differentialdruckventil erlaubt dementsprechend einen höheren Fluss mit der Folge der potentiellen Überdrainagekomplikationen in Form von subduralen Hämatomen, Schlitzventrikel-Syndromen etc.

Zur Verhinderung der Überdrainage wurden Gravitationsventile entwickelt. Sie werden entweder als Zusatz zum Differentialdruckventil oder als eine integrierte hydrostatische Einheit im gleichen Ventilgehäuse als Kombinationsventil verwendet.

In vitro wurden unter standardisierten Laborbedingungen hydraulische Eigenschaften hinsichtlich Fluss- und Druckentwicklung von drei Druckstufen eines verstellbaren Differentialdruckventils (Medos-Hakim-Ventil, 80, 100 und 130 mmH₂O) jeweils separat und nach Kombination mit hydrostatischen Ventilen unterschiedlicher Druckstufen (Miethke-Shunt-Assistent 15, 20 und 25 cmH₂O und Gravity-Compensating-Accessory low und medium) untersucht. Des Weiteren wurden vier Kombinationsventile (2 Dual-Switch- und 2 PaediGAV-Ventile) getestet. Alle Ventile waren neu und nicht vorimplantiert. Unter Aufrichtung der Shuntachse erfolgten die Druckmessungen mit zwei Flussraten; die Flussmessungen mit festgelegten Differenzdrücken. Bei den Tests des Medos-Hakim-Ventils wurde sein mitgelieferter Originalkatheter verwendet. Für alle Ventile wurden die Öffnungsdrücke initial bestimmt.

Die Herstellerangaben der Öffnungsdrücke wurden von allen Ventilen erfüllt. Die hydrostatischen Zusatzventile waren in der horizontalen Position offen. Das verstellbare Differentialdruckventil drainierte während der Aufrichtung immer mehr; in der vertikalen Position erzeugte es unphysiologische Flussraten. Beispielsweise wurden bei einem Differenzdruck von 15 cmH₂O Flüsse von 303, 242 und 200 ml/h jeweils mit den Druckstufen 80, 100 und 130 mmH₂O des Medos-Hakim-Ventils registriert. Die hydrostatischen Zusatzventile konnten eine Überdrainage während der Vertikalisierung deutlich verhindern. Beim erwähnten Beispiel des Differenzdrucks von 15 cmH₂O wurden die o. g. Flussraten durch die Kombination mit dem Miethke-Shunt-Assistenten der Druckeinstellung 20 cmH₂O jeweils auf 105, 78 und 44 ml/h reduziert. Die Druckstufe

medium des Gravity-Compensating-Accessory drainierte bei der gleichen Kombination 84, 69 und 46 ml/h. Die Kombinationsventile zeigten zwar teilweise unregelmäßige Fluss- und Druckkurvenverläufe vor allem beim Dual-Switch-Ventil; sie entwickelten aber keine Überdrainage bei der Aufrichtung. Dabei reduzierte das Dual-Switch-Ventil den Fluss deutlich; das PaediGAV konnte die Flussraten entweder konstant halten oder verringern.

Zur Vorbeugung der Überdrainage durch Differentialdruckventile ist die Verwendung der hydrostatischen Zusatzventile momentan die einzige vernünftige Lösung. Optimalerweise sollten Shuntsysteme verwendet, die sowohl differentialdruck- als auch gravitationsabhängig funktionieren. Die nicht-invasiven Verstellung solcher Kombinationsventile sollte ebenfalls möglich sein.