

SOP Liquordrainage

Julian Bösel, Dimitre Staykov, Björn Ellger

Einleitung zur Rubrik

In dieser Rubrik stellen wir Standard Operating Procedures (SOP) für häufige, intensivmedizinisch relevante Prozesse vor. Die Form ist eher im Sinne einer Schablone zu verstehen, und wir verzichten auf Details wie Dosisangaben oder seltene Ausnahmen. Sie sind zu verstehen als – durchaus subjektiv gefärbte – Anregung, eigene, auf lokale Gegebenheiten adaptierte stationsinterne SOPs zu entwerfen und zu implementieren.

Einleitung zur SOP Liquordrainage

Intensivpatienten mit schweren, akuten Erkrankungen des Zentralnervensystems (ZNS) können mitunter Liquorzirkulationsstörungen entwickeln, die es notwendig machen, den Liquor cerebrospinalis nach außen abzuleiten, damit nicht über einen Liquoraufstau die lebensbedrohliche Situation einer Steigerung des intrakraniellen Drucks bis hin zur Einklemmung entsteht.

Täglich werden ca. 500 ml Liquor in den Plexus choroidei der beiden Hirn-Seitenventrikel produziert. Die zellarme, normalerweise wasserklare Flüssigkeit, die u. a. immunologische, mechanische und Transportfunktionen hat, fließt von dort über die Foramina Monroi in den mittigen dritten Ventrikel und weiter über den sehr dünnen Aquädukt in den vierten Ventrikel, der zwischen Rhombencephalon (Pons und Medulla oblongata) und Kleinhirn liegt. Von dort verlässt der Liquor über drei verhältnismäßig kleine Öffnungen (Foramina Luschkae und Magendii) das

Ventrikelsystem (die inneren Liquorräume) und tritt über in den Subarachnoidalraum (intrakraniell und intraspinale äußere Liquorräume). Der Liquor umspült hier das Rückenmark und das Gehirn und wird einerseits über die Pacchionischen Granulationen wieder ins venöse System, andererseits über die Nervenwurzel-taschen ins Interstitium resorbiert. Entsteht in diesem Kreislauf durch eine Abflussbehinderung (Hydrocephalus occlusus – v. a. durch Verlegung der Engstellen in den inneren Liquorräumen) oder durch insuffiziente Resorption (Hydrocephalus malresorptivus) ein Ungleichgewicht zur konstanten unverminderten Produktion, drohen ein Liquoraufstau, ein Anstieg des intrakraniellen Drucks (ICP) und damit die potenziell lebensbedrohliche zerebrale Herniation.

Ein obstruktiver Hydrocephalus wird z. B. durch intrazerebrale Blutungen mit Ventrikeleinbruch (intraventrikuläre Blutungen, IVB) oder durch akut raumfordernde Prozesse, die die Liquorabflusswege komprimieren (raumfordernder Kleinhirnfarkt, intrazerebrale Blutung, Hirntumor oder -abszess mit Umgebungsoedem, etc.) hervorgerufen. Ein malresorptiver Hydrocephalus entsteht häufig assoziiert mit schweren Subarachnoidalblutungen (SAB) oder bakteriellen Meningitiden. Eine Sondergruppe mit Anlass zur Liquordrainage sind Rückenmarksläsionen, z. B. durch Trauma oder sekundäre Ischämien bei Aorten Chirurgie, wo man, z. T. vorbeugend, die Rückenmarksdurchblutung zu verbessern versucht, indem per lumbaler Drainage der Liquordruck gesenkt wird. In dieser SOP werden nur die transienten Liquordrainagearten (externe Ventrikeldrainage [EVD], lumbale Drainage [LD]) beim akut behandlungsbedürftigen Intensivpatienten besprochen, nicht aber permanente Shunts für chronische und/oder kindliche angeborene Liquorzirkulationsstörungen.

Wenn Sie selbst in Ihrer Klinik eine SOP haben, die auch anderen Kollegen nützlich sein könnte, freuen wir uns über eine kurze E-Mail an intensiv-u2d@thieme.de.

Alle bisher publizierten SOPs der Intensivmedizin up2date finden Sie online unter www.thieme.de/intensiv-u2d/sops.

SOP Liquordrainage

Liquorzirkulationsstörung bei Intensivpatienten

Erkrankungen

Risiko: Hydrocephalus occlusus¹

Risiko: Hydrocephalus malresorptivus²

Risiko: Spinale Ischämie³

Intraventrikuläre Hirnblutung⁴

Raumforderung⁵

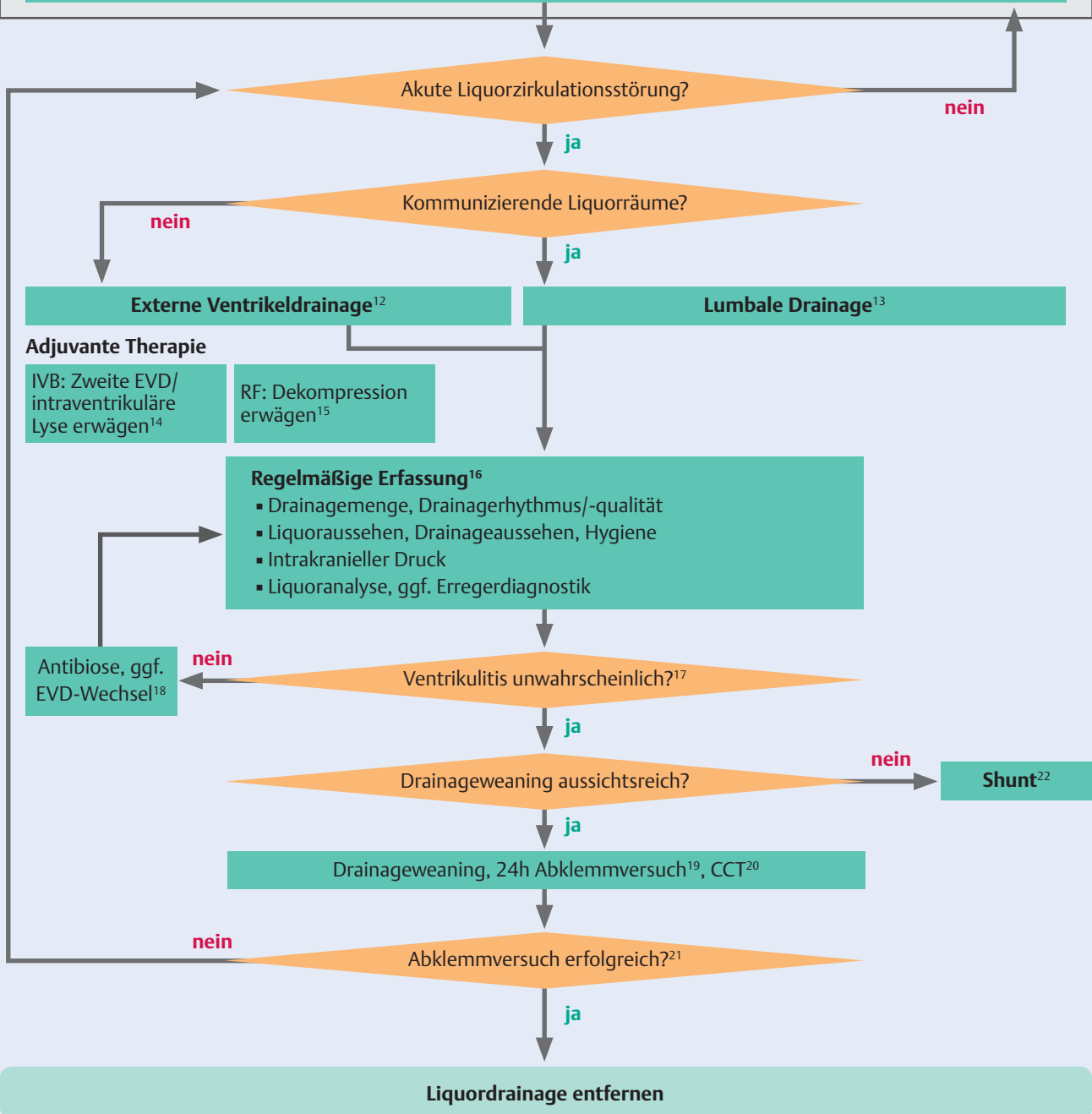
Subarachnoidalblutung⁶

Bakterielle Meningitis⁷

Spinales Trauma, Aorten Chirurgie⁸

Diagnostik

Klinisches Monitoring⁹, ggf. je nach Grunderkrankung CCT¹⁰ und/oder spinale Bildgebung¹¹



Adjuvante Therapie

IVB: Zweite EVD/
intraventrikuläre
Lyse erwägen¹⁴

RF: Dekompression
erwägen¹⁵

Regelmäßige Erfassung¹⁶

- Drainagemenge, Drainagerhythmus/-qualität
- Liquoraussehen, Drainageaussehen, Hygiene
- Intrakranieller Druck
- Liquoranalyse, ggf. Erregerdiagnostik

Antibiose, ggf.
EVD-Wechsel¹⁸

Shunt²²

Drainageweaning, 24h Abklemmversuch¹⁹, CCT²⁰

Liquordrainage entfernen

Erläuterungen

1. Erkrankungen, bei denen es durch intraventrikuläre Verlegung/Tamponierung (meist durch Thromben) oder durch Kompression der Ventrikel oder ihrer Verbindungen zur Liquorabflussstörung kommt.
2. Erkrankungen, bei denen es durch „Verklebung“ der venösen Übertrittsstellen oder durch eine veränderte Liquorzusammensetzung (meist stark erhöhter Eiweißgehalt/Viskosität) zu einer Liquorresorptionsstörung kommt.
3. Erkrankungen, die ein spinales Ödem und/oder eine Senkung des spinalen Perfusionsdrucks zur Folge haben können.
4. ICB, z. B. hypertensive Stammganglienblutungen, mit Nähe zum Ventrikelsystem können in dieses einbrechen und es tamponieren (in ca. 50% aller ICB). Siehe ausführliche Übersicht von Wolf S, Staykov D. Intraventrikuläre Blutungen. Intensivmedizin up2date 2014; 10: 249–259 und [1].
5. Beispiele sind akut raumfordernde Prozesse wie große ischämische Infarkte (z. B. der Groß- oder Kleinhirnhemisphäre), ICB, Abszesse oder Tumoren mit umgebendem Ödem.
6. SAB mit erheblichem zisternalen Blutanteil führen fast regelhaft zu einem drainagebedürftigen Hydrozephalus malresorptivus, nach Umverteilung des Blutes nach intraventrikulär aber u. U. auch zu einem Hydrozephalus occlusus. Die frühe Liquordrainage bei unversorgtem Aneurysma und nicht ausreichend kontrolliertem Blutdruck kann allerdings das Risiko einer Nachblutung durch zu rasche Druckentlastung bergen [2]. U. a. deshalb muss eine rasche Aneurysmaausschaltung angestrebt werden. Siehe Orakcioglu B, Bösel J. Aktuelle Intensivtherapie der aneurysmatischen Subarachnoidalblutung. Intensivmedizin up2date 2013; 9: 233–248.
7. Schwere bakterielle eitrige Meningitiden, auch parasitäre ZNS-Infektionen, führen über die erhebliche Proteinerhöhung und anderweitig veränderte Zusammensetzung des Liquors oft zu einer drainagebedürftigen Liquorresorptionsstörung, mitunter ist auch die Liquorproduktion der Plexus gesteigert.
8. Spinale Traumata mit nachfolgendem spinalen Ödem, spontane spinale Infarkte, v. a. aber spinale Ischämien im Rahmen von Chirurgie (Thoracoabdominal aortic aneurysm repair, TAAAR) oder endovaskulärer Intervention (Thoracic endovascular aortic repair, TEVAR) an der thorakoabdominalen Aorta (durch Abklemmen der Aorta, Unterbindung interkostaler Arterien, distale Hypotension etc.) können zur Liquordrainage Anlass geben. Durch eine so angestrebte Senkung des spinalen Liquordrucks wird versucht, die spinale Durchblutung zu fördern und bleibenden ischämischen Schäden vorzubeugen.
9. Klinische Zeichen eines Liquoraufstaus, also eines steigenden ICP, sind zunächst unspezifisch Kopfschmerzen und Übelkeit, später Bewusstseinsstörung, fokalneurologische Defizite und, dann als alarmierende Einklemmungszeichen, Anisokorie, Beuge- und Strecksynergismen. Zeichen einer spinalen Kompression und Ischämie sind Schmerzen, sensomotorische Defizite v. a. an den Beinen und später Reithosenanästhesie, Paraparese/-plegie, Blasen-/Mastdarmstörung, je nach Ausprägung und Höhenlokalisation.
10. Die o. g. Hirnläsionen müssen eine, ggf. wiederholte, zerebrale Bildgebung nach sich ziehen. Für die Beurteilung einer potenziellen Liquorzirkulationsstörung genügt eine native zerebrale Computertomografie (CCT). Hier zeigen sich in der Frühphase eine Erweiterung der Temporalhörner der Seitenventrikel und später eine Erweiterung von Seitenventrikeln und drittem Ventrikel. Auch die IVB lässt sich ausreichend durch CCT monitorieren, in den Händen erfahrener Untersucher auch per bettseitigem Ultraschall.
11. Spinale Läsionen sollten per Magnetresonanztomografie (MRT), in manchen Spezialsituationen auch per Kontrastmittelmyelografie, dargestellt werden.
12. Externe Ventrikeldrainagen (EVD) werden vom Neurochirurgen entweder am Intensivbett oder im OP (komplikationsärmer) nach meist traditioneller Methode (nach Kocher, Fehllage ca. 10%) anhand von anatomischen Landmarken über ein frontales Bohrloch in den Seitenventrikel eingelegt. Die Drainage wird unter der Haut getunnelt und an ein Drainagesystem mit hydrostatischem Druckaufnehmer (Transducer) und Tropfkammer angeschlossen, mittels derer die Fördermenge reguliert werden kann (je nach Situation meist 5–15 ml/h). EVD können aus Polyurethan sein, aber auch silber- oder antibiotikaimprägniert, letztere können bei länger erwarteter Liegedauer erwogen werden, da sie mit reduzierter EVD-assoziiierter Ventrikulitis (s. u.) verbunden sind [3]. Die EVD erlaubt nicht nur die Messung, sondern auch die Regulierung des ICP, hierzu sollte der Transducer auf Höhe des externen Gehörgangs positioniert sein und bei hydrostatischer Messung das System nur zum Messschenkel hin geöffnet sein, Kombi-EVDs mit zusätzlichem Tiptransducer erlauben auch die drainageunabhängige Dauermessung des ICP. Details des korrekten, aseptischen EVD-Handlings, Fallstricke und

Troubleshooting übersteigen den Rahmen dieser SOP, siehe z. B. [1] und [4].

13. Eine LD (mittels Touhy-Kanüle) kann bettseitig unter aseptischen Kautelen angelegt werden und erfordert nicht viel mehr Expertise als eine Lumbalpunktion, kann somit von jedem Intensivmediziner installiert werden. Vorteile sind eine effiziente Drainage der Sedimente des Duralsacks, eine Verstärkung des „natürlichen“ kraniokaudalen Druckgradienten und damit verbesserte Spülung des basalen Ventrikel- und Zisternensystems, kein Sedierungsbedarf, niedrige Kosten, niedrige Infektionsrate zwischen 0.1 und 1% und die Möglichkeit, den Patienten auch außerhalb der Intensivstation zu führen. Nachteile sind die häufigere Okklusion des langen und dünnen Drainagekatheters, die höhere Dislokationsneigung und (niedrigen) Risiken wie Nerven-/Rückenmarksläsionen bei Anlage, neuroaxiales Hämatom und Suduralhämatom bei exzessiver Überdrainage. Kommunizierende Liquorräume sind die wichtigste Voraussetzung für eine LD. Ein Hydrozephalus malresorptivus durch SAB oder bakterielle Meningitis kann prinzipiell durch LD behandelt werden, bei Zeichen eines erhöhten ICP wird man aber trotzdem (zunächst) eine EVD legen, um keine Herniation zu riskieren und akkurat den ICP messen zu können. Die frühe oder auch zusätzliche LD bei SAB findet zunehmend Anwendung und wird aktuell auf Vorteile hin prospektiv untersucht (EARLYDRAIN [5]). Neben der Kommunikation zwischen Ventrikeln und Subarachnoidalraum sollte bei der Anwendung lumbaler Drainagen bei Patienten mit SAB auch auf die Kommunikation zwischen intrakraniellen und intraspinalen Subarachnoidalräumen geachtet werden, da die LD bei großen Blutgerinnseln im Bereich der basalen Zisternen um das Foramen magnum auch bei nicht exzessiven Drainagemengen einen kranio-spinalen Druckgradienten mit Herniationsgefahr erzeugen kann [6]. In solchen Fällen kann trotzdem eine vorsichtige und strikt überwachte Drainage geringerer Liquormengen über die LD erfolgen. Spinalen Ischämien, wie sie in bis zu 20% bei Operationen/Interventionen an der Brust- und Bauchorta drohen, versucht man oft intra- und postoperativ (bis zu 72 h) durch lumbale Liquordrainage vorzubeugen, bzw. diese so zu behandeln falls sich spinale Zeichen entwickeln. Mehrere Studien haben die Vorteile eines solchen Vorgehens, kombiniert mit anderen protektiven Maßnahmen, nahegelegt [7]. Auch im Rahmen der IVB-Behandlung oder nach gescheiterten EVD-Abklemmvorsuchen kann im Verlauf eine LD-Anlage und anschließende EVD-Entfernung sinnvoll sein [8,9].
14. Sind 3. und/oder 4., oder gar alle Ventrikel bei einer IVB austamponiert, favorisieren manche Behandler biventrikuläre EVDs, wobei die Studienlage hierzu kontrovers ist [10]. Wesentlich vielversprechender erscheint die Durchführung einer intraventrikulären Lyse, z. B. mittels rtPA 1 mg bis zu 3×/Tag, die inzwischen als sicher und drainagebeschleunigend gelten kann [11]. Ihre potenziellen Vorteile hinsichtlich des klinischen Outcomes werden in der aktuellen Studie CLEAR-IVH III untersucht, deren Ergebnisse noch dieses Jahr erwartet werden. Siehe Wolf S, Staykov D. Intraventrikuläre Blutungen. *Intensivmedizin up2date* 2014; 10: 249–259.
15. Bei Ventrikelkompression durch raumfordernde Prozesse wird die Liquordrainage (auch bei evtl. begleitenden antiödematösen Therapiemaßnahmen) oft nicht ausreichend sein, sodass situations- und pathologieangepasst dekompressive operative Maßnahmen wie Hämatomevakuierung, Hemikraniektomie oder subokzipitale Trepanation erwogen werden sollten.
16. Um die einwandfreie Funktion und Hygiene des Drainagesystems zu überwachen, etwaige sekundäre Hirnschäden zu entdecken und den weiteren Drainagebedarf abzuschätzen, müssen täglich die Fördermenge und -qualität, das Aussehen von Drainage/Drainageeintrittsstelle/Liquor (z. B. Blutkonzentration) und der ICP monitoriert werden. So selten wie möglich, aber doch in mehrtägigen Abständen, sollte der Liquor auf Zeichen einer Ventrikulitis hin analysiert werden (s. u.).
17. EVD-assoziiert treten lokale Infektionen und –relevanter – auch Ventrikulitiden (Inzidenz ca. 10%, [12]) auf. Das Ventrikulitisrisiko steigt deutlich ab einer EVD-Liegedauer von 11 Tagen, verantwortliche Erreger sind in 80% Staphylokokken, in 15% Klebsiellen, Pseudomonas oder E. coli, und verdächtige Hinweise sind systemische Infektzeichen sowie steigende Zellzahl, Protein und Laktat im EVD-Liquor [13]. Die Unterscheidung einer Ventrikulitis von Fremdkörperreaktionen bei IVB kann herausfordernd sein. Durch die Anwendung strikter Protokolle zum Handling von Liquordrainagen (Hygienerichtlinien für Anlage, Verband, Manipulation) kann eine deutliche Reduktion der Infektionsraten erreicht werden.
18. Bei Verdacht auf Ventrikulitis sollte eine intravenöse liquörgängige, primär staphylokokkenwirksame Antibiotikakombination (z. B. Fosfomycin und Rifampicin, bei Staph. aureus-Verdacht auch Vancomycin) verabreicht werden. Diese Therapie sollte

nach Erregernachweis aus dem Liquor angepasst werden. Mitunter muss durch EVD-Wechsel und/oder intrathekaler Antibiose eskaliert werden [13].

19. Eine reduzierte Förderrate (z. B. unter 100 ml/d), zunehmend klarer Liquor, mancherorts favorisiert auch mehrfach täglicher EVD-Verschluss ohne ICP-Anstieg sollten Anlass geben, den EVD-Bedarf mittels 24-stündigem Abklemmen der EVD zu prüfen. Es ist darauf zu achten, dass sich nicht Liquor neben der EVD-Eintrittsstelle entleert, sonst ist der Abklemmversuch nicht aussagekräftig.
20. Im Kontroll-CCT ist auf konstante Ventrikelweite im Vergleich zum Vor-CCT zu achten.
21. Zeigt das Kontroll-CCT keine zunehmende Ventrikelweite, kam es zu keinem ICP-Anstieg und hat der Patient sich nicht klinisch unter dem Abklemmen verschlechtert, kann die EVD entfernt werden. War der Versuch erfolglos, kann entweder einige Tage per EVD weiter drainiert und ein erneuter Abklemmversuch gemacht werden, oder auf eine lumbale Drainage gewechselt werden, sofern die Liquorräume (inzwischen) kommunizieren. Häufig kann dann, ggf. kontrolliert durch ein erneutes CCT nach Abklemmen der EVD bei offener LD, doch noch die EVD entfernt werden.
22. Nach mehreren erfolglosen Drainage-Abklemmversuchen ist meist ein permanenter ventrikuloperitonealer Shunt indiziert. Dieser kann allerdings erst bei Normalisierung von Infektparametern und Rückläufigkeit des Liquorproteins angelegt werden.

Abkürzungen

CCT	zerebrale Computertomografie
EVD	externe Ventrikeldrainage
ICB	intrazerebrale Blutung
ICP	intrakranialer Druck
IVB	intraventrikuläre Blutung
LD	lumbale Drainage
MRT	Magnetresonanztomografie
SAB	Subarachnoidalblutung
RF	Raumforderung
SOP	standard operating procedure
TAAAR	thoracoabdominal aortic aneurysm repair
TEVAR	thoracic endovascular aortic repair
ZNS	zentrales Nervensystem

Über die Autoren

Julian Bösel



PD Dr. med. Julian Bösel ist Oberarzt der neurologischen Intensivstation des Universitätsklinikums Heidelberg. E-Mail: julian.boesel@med.uni-heidelberg.de

Dimitre Staykov



PD Dr. med. Dimitre Staykov ist Chefarzt (Primarius) der Abteilung für Neurologie, Barmherzige Brüder, Krankenhaus Eisenstadt, Österreich. E-Mail: dimitre.staykov@bbeisen.at, staykov@gmx.at

Björn Ellger



Prof. Dr. med. Björn Ellger ist Leiter der operativen Intensivstationen des Universitätsklinikums Münster. E-Mail: ellger@anit.uni-muenster.de

Literatur

- 1 Dey M, Jaffe J, Stadnik A et al. External ventricular drainage for intraventricular hemorrhage. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2012; 12: 24–33
- 2 Fountas KN, Kapsalaki EZ, Machinis T et al. Review of the literature regarding the relationship of rebleeding and external ventricular drainage in patients with subarachnoid hemorrhage of aneurysmal origin. *Neurosurg Rev* 2006; 29: 14–18; discussion 19–20
- 3 Cui Z, Wang B, Zhong Z et al. Impact of antibiotic- and silver-impregnated external ventricular drains on the risk of infections: A systematic review and meta-analysis. *Am J Infect Control* 2015; 43: e23–32
- 4 Chatzi M, Karvouniaris M, Makris D et al. Bundle of measures for external cerebral ventricular drainage-associated ventriculitis. *Crit Care Med* 2014; 42: 66–73

- 5 Bardutzky J, Witsch J, Juttler E et al. EARLYDRAIN- outcome after early lumbar CSF-drainage in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2011; 12: 203
- 6 Staykov D, Speck V, Volbers B et al. Early recognition of lumbar overdrainage by lumboventricular pressure gradient. *Neurosurgery* 2011; 68: 1187 – 1191; discussion 1191
- 7 Fedorow CA, Moon MC, Mutch WA et al. Lumbar cerebrospinal fluid drainage for thoracoabdominal aortic surgery: rationale and practical considerations for management. *Anesth Analg* 2010; 111: 46 – 58
- 8 Huttner HB, Schwab S, Bardutzky J. Lumbar drainage for communicating hydrocephalus after ICH with ventricular hemorrhage. *Neurocrit Care* 2006; 5: 193 – 196
- 9 Staykov D, Huttner HB, Struffert T et al. Intraventricular fibrinolysis and lumbar drainage for ventricular hemorrhage. *Stroke* 2009; 40: 3275 – 3280
- 10 Staykov D, Huttner HB, Lunkenheimer J et al. Single versus bilateral external ventricular drainage for intraventricular fibrinolysis in severe ventricular haemorrhage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010; 81: 105 – 108
- 11 Gaberel T, Magheru C, Parienti JJ et al. Intraventricular fibrinolysis versus external ventricular drainage alone in intraventricular hemorrhage: a meta-analysis. *Stroke* 2011; 42: 2776 – 2781
- 12 Kim JH, Desai NS, Ricci J et al. Factors contributing to ventriculostomy infection. *World Neurosurg* 2012; 77: 135 – 140
- 13 Beer R, Lackner P, Pfausler B et al. Nosocomial ventriculitis and meningitis in neurocritical care patients. *J Neurol* 2008; 255: 1617 – 1624