

# Hydrodynamik des Liquor cerebrospinalis – eine Neubewertung

Bruno Chikly\*, Jörgen Quaghebeur

## Zusammenfassung

Die bisher geläufige Modellvorstellung vom Liquor cerebrospinalis (LCS) wird angesichts neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse zunehmend infrage gestellt. Diesem Modell zufolge bildet sich LCS vorrangig in den Plexus choroidei (PC), fließt dann aus den Ventrikeln in die Subarachnoidalräume und wird hauptsächlich in den Arachnoidalzotten (AV) reabsorbiert. Dieses Modell basiert offenkundig auf unzulänglichen Untersuchungen und auf Fehlinterpretationen. Aus der vorliegenden Literaturschau ergeben sich zahlreiche Belege für eine neue Hypothese zur Physiologie der LCS. Der Kernpunkt: LCS wird in der gesamten Funktionseinheit von LCS und interstitieller Flüssigkeit (IF) gebildet und reabsorbiert. IF und LCS werden in erster Linie in den Wänden der Kapillaren des ZNS gebildet und reabsorbiert. Plexus choroidei, Arachnoidalzotten und Lymphgefäße sind demnach für die LCS-Hydrodynamik eher nachrangig. Größere Bedeutung für die Absorption von LCS könnten die Lymphgefäße jedoch bei steigendem LCS-IF-Druck erhalten. Dieses von Grund auf neu formulierte Verständnis von der LCS-Hydrodynamik könnte sich in ihrer Konsequenz auf die Forschung, auf Publikationen und auch auf osteopathische Behandlungen auswirken.

## Schlüsselwörter

Arachnoidea, Liquor cerebrospinalis, Hydrodynamik, Plexus choroideus, Osteopathie, kraniosakrale Osteopathie

## Abstract

The traditional model of cerebrospinal fluid (CSF) hydrodynamics is being increasingly challenged in view of recent scientific evidences. The established model presumes that CSF is primarily produced in the choroid plexuses (CP), then flows from the ven-

tricles to the subarachnoid spaces, and is mainly reabsorbed into arachnoid villi (AV). This model is seemingly based on faulty research and misinterpretations. This literature review presents numerous evidence for a new hypothesis of CSF physiology, namely, CSF is produced and reabsorbed throughout the entire CSF-Interstitial fluid (IF) functional unit. IF and CSF are mainly formed and reabsorbed across the walls of CNS blood capillaries. CP, AV and lymphatics become minor sites for CSF hydrodynamics. The lymphatics may play a more significant role in CSF absorption when CSF-IF pressure increases. The consequences of this complete reformulation of CSF hydrodynamics may influence applications in research, publications, including osteopathic manual treatments.

## Keywords

Arachnoid, cerebrospinal fluid, hydrodynamics, choroid plexus, osteopathy, osteopathy in the cranial field

## Einleitung

Im vorliegenden Artikel werden einige neue Konzepte und Hypothesen zur Hydrodynamik des Liquor cerebrospinalis (LCS) vorgestellt. Laut der traditionellen Hypothese wird LCS hauptsächlich in den Plexus choroidei (PC) der Hirnventrikel sekretiert, er fließt von dort durch die ventrikulären Räume in die Subarachnoidalräume und wird dann in erster Linie durch Arachnoidalzotten im Sinus venosi reabsorbiert. Wie eine Vielzahl experimentell fundierter Veröffentlichungen zeigt, gibt es nur wenige überzeugende, in vivo gewonnene Belege für das klassische Modell (Bulat u. Klarica 2011; Bulat et al. 2008; Jurjević et al.

2011; Klarica et al. 2005, 2006, 2009; Maraković et al. 2010, 2011; Miše et al. 1996; Orešković u. Bulat; 1993, Orešković u. Klarica 2010, 2011; Orešković et al. 1991, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2008; Strikić et al. 1994, Vladić et al. 2000, 2009; Zmajević et al. 2002). Das traditionelle Modell erscheint im Licht neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse zunehmend anfechtbar.

## Sekretion des Liquor cerebrospinalis: traditionelle und nicht traditionelle Hypothesen

### Plexus choroidei und ventrikuläres Ependym

#### Klassisches Modell

Vor fast einem Jahrhundert setzte die Erforschung des Liquor cerebrospinalis ein (Cushing 1914; Dandy u. Blackfan 1914; Weed 1914a). Im klassischen Modell wird eine kontinuierliche Bildung von LCS aus dem Plasma in den PC-Gefäßen angenommen, gestützt auf Experimente von Dandy. Er hatte 1919 bei einem Hund eine einseitige Plexektomie vorgenommen sowie eine beidseitige vollständige Obstruktion des Monro'schen Foramens (Dandy 1918, 1919, 1945). Durch den Verschluss kam es zur Dilatation in dem Ventrikel, der noch einen Plexus choroideus enthielt, nicht jedoch in dem anderen. Daraus schloss der Autor, der LCS werde in den Plexus choroidei gebildet. Zudem impliziere die Dilatation des Ventrikels, dass innerhalb des Hirnventrikels keine LCS-Absorption erfolgt und dass die

\* Dr. Bruno Chikly M.D., D.O. (USA) machte seinen Abschluss an der Medical School des Saint Antoine Hospital in Frankreich und promovierte über das lymphatische System, dessen Evolution und über manuelle Techniken der Drainage. Heute lebt er in Arizona. Seine Schwerpunkte sind die osteopathische Behandlung des Gehirns und des lymphatischen Systems. Er ist Autor des Buches „Silent Waves – Lymphatic drainage therapy“ und der DVDs „Dissection of the human lymphatic system“, „A Miniature Universe“. Er ist Mitglied der American Academy of Osteopathy (AAO) und der International Society of Lymphology (ISL).

„Zirkulation des LCS“ unterbunden wird, wenn die beiden Monro'schen Foramina blockiert sind. Auf diesen Interpretationen fußt die traditionelle Hypothese. Zu beachten ist, dass dieses Experiment an nur einem einzigen Hund vorgenommen und niemals reproduziert wurde (Hassin 1924; Hassin et al. 1937; Milhorat 1969). Aufgrund von Dandys Experiment wurde die chirurgische Entfernung des Plexus choroideus bei Hydrocephalus befürwortet (Dandy 1918, 1919, 1945).

Bei den Plexus choroidei (PC) handelt es sich um zottenartige Strukturen, die von einer einzigen Lage von Epithelzellen bedeckt sind. Weltweit pflichten Wissenschaftler der traditionellen Hypothese bei, der LCS werde hauptsächlich in den Plexus choroidei gebildet. Dieser Vorgang erfolgt demnach in 2 Schritten (Abb. 1):

- Im ersten Schritt erfolgt die passive Filtration von Plasma durch das fenestrierte choroidale kapilläre Endothel in die basolaterale Oberfläche der Epithelzellen des PC. Dieser Ablauf wird durch hydrostatischen Druck erleichtert (Pollay et al. 1983).
- Im zweiten Schritt kommt es zur aktiven Sekretion durch eine einzige Schicht von PC-Endothel aus dessen apikaler Seite in den ventrikulären Hohlraum (Brown et al. 2004, Davson et al. 1987). Diesem Modell zufolge

dürften hydrostatische oder onkotische Drücke die aktive LCS-Bildung nicht maßgeblich beeinflussen. Auch das ventrikuläre Ependym selbst wird gelegentlich als weitere Quelle der LCS-Produktion beschrieben (Brown et al. 2004; Johanson et al. 2008; O'Connell 1970; Pollay u. Curl 1967; Welch 1967).

## Dem klassischen Modell widersprechende Daten

Die choroidale Plexektomie nach Dandy bei Hydrocephalus wurde wegen unbefriedigender Ergebnisse aufgegeben. Orešković und Klarica überprüften die Rate der LCS-Bildung und berücksichtigten dabei die ventrikulozisternale Perfusion. Diese Methode war von Heisey et al. entwickelt worden und gilt weiterhin als die genaueste (Heisey et al. 1962; Orešković u. Klarica 2010). Die Autoren konnten zeigen, dass die klassische, auf der ventrikulozisternalen Perfusion basierende Methode zur Messung der Bildungsrate von LCS weder genau noch zuverlässig ist (Maraković et al. 2011). Milhorat entfernte bei einem Menschen und bei Affen die Plexus choroidei beider lateraler Ventrikel. In keinem Fall fand er Veränderungen beim Volumen der LCS-Sekretion oder bei dessen Zusammensetzung (Hammock u. Milhorat

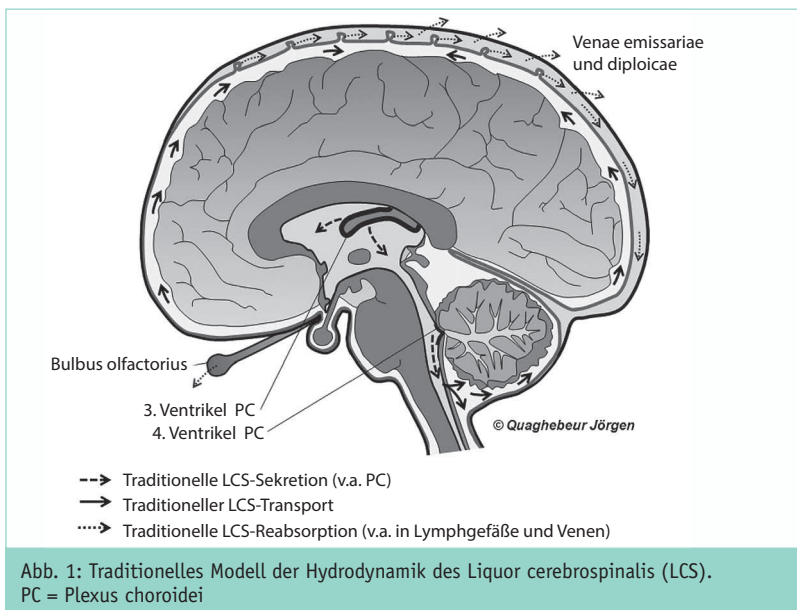
1973; Milhorat 1969, 1975, 1976; Milhorat et al. 1976). Selbst nach vollständiger choroidaler Plexektomie wird pro Tag ungefähr 1 Liter LCS sekretiert (Tamburrini et al. 2006).

Orešković, Klarica und Kollegen reproduzierten zahlreiche Experimente zur Physiologie des LCS, wobei sie sorgsam darauf achteten, alle früheren experimentellen Fehler zu vermeiden. Ihre Ergebnisse geben Anlass, unsere herkömmlichen Vorstellungen vom LCS infrage zu stellen.

Die Autoren führten eine Kanüle mit Absperrhahn ein (mod. nach Flexner und Winters), um bei Katzen am Sylvius-Aquädukt Verschluss und Drainage vorzunehmen (Flexner 1933; Flexner u. Winters 1932; Klarica et al. 2009). Sie beobachteten eine Fluktuation des LCS im Sylvius-Aquädukt (Klarica et al. 2009; Orešković et al. 2001, 2002; 2003, 2005). Für die Dauer von 120–190 min nach Verschluss des Aquädukts überwachten sie bei den Katzen die Größe der Ventrikel sowie den LCS-Druck in den Ventrikeln und der Cisterna magna (Abb. 2).

Dem klassischen Modell zufolge sollte bei diesem Experiment eine Steigerung von ventrikulärem Volumen und Druck sowie ein eindeutiger „Transmantle-Druck“ zu beobachten sein. Unter dem „Transmantle-Druck“ ist der Druckunterschied zwischen dem Inneren der Hirnventrikel (d.h. laterale Ventrikel oder Sylvius-Aquädukt) und den subarachnoidalen Räumen (d.h. Cisterna magna) zu verstehen.

Während der 120-minütigen Dauer dieses Experiments waren jedoch keine unterschiedlichen LCS-Drücke in den lateralen Ventrikeln und der Cisterna magna feststellbar. Die röntgenologische Ventrikulographie vor und 2 h nach Verschluss des Aquädukts bestätigte eine Dilatation der Ventrikel nicht. In anderen Worten, es wurde ventrikulographisch keine Drucksteigerung oder Dilatation beobachtet und es kam in keinem Fall zu einem „Transmantle-Druck“ (Klarica et al. 2009). Aufgrund dieser Experimente ist anzunehmen, dass LCS nicht hauptsächlich in den Plexus choroidei produziert wird.



Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/2626286>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/2626286>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)