

# Update zur Drainage des Gehirns und osteopathische Behandlungsansätze

Torsten Liem

## Zusammenfassung

Studien zur Existenz regulärer Lymphgefäße in den duralen Sinus, zur Blut-Hirn-Schranke und zum Immunprivileg des ZNS führen zu neuen klinischen Konklusionen. Anhand der neuen Erkenntnisse zur Liquorforschung und zur Drainage des Gehirns werden mögliche osteopathische Zugänge dargestellt, zum Beispiel Techniken für die Halsvenen und den Plexus basilaris, Drainage der Zisternen, Pumptechnik am Kranium, Drainage der tiefen zervikalen Lymphknoten, Duratechniken, Lymphpumpe, OA-Release, osteopathische Lymphdrainage, Drainage der Nase, des Auges, des Ohres, der Hirnnerven und oberen Zervikalnerven.

## Schlüsselwörter

Blut-Hirn-Schranke, Liquor cerebrospinalis, Lymphgefäße, durale Sinus, osteopathische manipulative Behandlung, osteopathische Lymphdrainage

## Abstract

Studies about the regular existence of lymph channels in the dural sinus, about the blood-brain barrier and about the central nervous system immune privilege led to new clinic conclusions. On the basis of the results of the latest research in cerebrospinal fluids and brain drainage, possible osteopathic approaches are describes such as techniques for cervical venes and basilar plexus, drainage for the cisterns, cranial pumping, drainage of deep cervical lymphnodes, techniques for the dura, lymph pump, OA-release, osteopathic lymph drainage, drainage of the nose, eyes and ears, the cranial nerves and the upper cervical spinal nerves.

## Keywords

Blood-brain barrier, cerebrospinal fluid, lymphatic channel, dural sinus, osteopathic manipulative treatment (OMT), osteopathic lymph drainage

## Blut-Hirn-Schranke mit speziellem Fokus auf die Perizyten

Die Blut-Hirn-Schranke (BHS) stellt laut Sá-Pereira et al. (2012) eine komplexe und dynamische Schnittstelle dar, die sich aus verschiedenen Zellen zusammensetzt und eine funktionelle Einheit, die neurovaskuläre Einheit (NVE), bildet. Dazu zählen Endothelzellen, die Basalmembran, Astrozyten, Perizyten und Neuronen. Möglicherweise beeinflussen auch Mikroglia und Oligodendrozyten die Funktion der BHS und somit neurodegenerative und immunologische Prozesse (Sá-Pereira et al. 2012).

Perizyten sind nicht nur maßgeblich an der Instandhaltung und Stabilisation der BHS beteiligt, sondern scheinen auch bei der Entwicklung der Blutgefäße eine wichtige Rolle zu spielen. Perizyten weisen außerdem kontraktile Elemente auf, die möglicherweise die Blutzirkulation in den Mikrogefäßen des Gehirns beeinflussen können. Außerdem berichten Sá-Pereira et al. (2012) über mögliche immunologische und phagozytotische Einflüsse sowie über die Rolle der Perizyten in der Homöostase. In mehreren Studien konnte festgestellt werden, dass die Perizyten funktionell multipotente Stammzellen sind.

## Lymphgefäße im Gehirn

Bis 2015 war Forschungsstand, dass im ZNS ein klassisches Lymphdrainagesystem fehle. Eine Studie von Louveau et al. (2015) konnte jedoch zeigen, dass außerhalb des Hirnparenchyms reguläre Lymphgefäße in den meningealen Membranen existieren. Obwohl es

mittlerweile Konsens darüber gab, dass das ZNS unter konstanter Immunüberwachung steht, die im meningealen Kompartiment abläuft, waren die Steuerungsmechanismen für die Ein- und Ausfuhr von Immunzellen im ZNS weiterhin unklar. Auf der Suche nach Ein- und Austrittspforten für T-Zellen in den Meningen entdeckten Forscher der School of Medicine an der University of Virginia 2015 funktionelle Lymphgefäße, die die duralen Sinus auskleiden (National Institutes of Health 2015).

Die Gefäßstrukturen zeigen alle molekularen Eigenschaften lymphatischer Endothelzellen. Diese Lymphgefäße befördern die Abfallprodukte mit Abfluss von Liquor cerebrospinalis (LCS) aus dem lymphatischen System weiter. Sie können Flüssigkeit und Immunzellen aus dem zerebrospinalen Liquor transportieren und sind mit den tiefen zervikalen Lymphknoten verbunden. Es ist jedoch auch bekannt, dass die kardiale Pulsation nicht mehr als 15–25% der Antriebsenergie liefert, folglich müssen weitere Mechanismen für die konvektiven LCS-Flussdynamiken verantwortlich sein (Kiviniemi et al. 2016).

Als Virchow-Robin-Raum bezeichnet man den mit Liquor gefüllten perivaskulären Bereich um bestimmte Blutgefäße im ZNS. Durch seine komplexe anatomische Architektur kommt es zu einem bidirektionalen fluidalen Austausch zwischen diesem Raum und dem Extrazellularraum des Gehirns sowie auch dem Subarachnoidalraum. Die Membranen der Gliazellen und der Pia mater umschließen den Virchow-Robin-Raum und kontrollieren damit den Flüssigkeitsaustausch. Es sollte beachtet werden, dass es keinen Konsens darüber gibt, ob der Virchow-Robin-Raum einen offenen, flüssigkeitsgefüllten Raum darstellt. Sowohl die experimentellen als auch die klinischen Erkenntnisse spre-

chen für einen Pfad für die Drainage der interstitiellen Flüssigkeit entlang der Basalmembranen von Kapillaren, Arteriole und Arterien, der in das lymphatische System mündet. Weiterhin unklar bleibt die Bedeutung der die Arterien und Venen umgebenden Perivaskularräume unterhalb der Pia mater. Eventuell dienen sie als zusätzliche Abflussbahnen. Weiterhin steht zur Diskussion, ob die lymphatischen Wege die arteriellen und venösen Virchow-Robin-Räume mit den venösen perivaskulären Räumen verbinden (Brinker et al. 2014).

## Klinische Relevanz

Die Entdeckung des lymphatischen Systems im zentralen Nervensystem sollte dazu aufrufen, die Grundannahmen zur Neuroimmunologie zu überprüfen. Sie wirft darüber hinaus ein neues Licht auf die Erforschung und Behandlung von neuroinflammatorischen und neurodegenerativen Erkrankungen, die mit Immunprozessen assoziiert sind, wie Autismus, Alzheimer-Demenz und multiple Sklerose. Zudem könnten sich neue Möglichkeiten osteopathischer Behandlungen ergeben. So könnte möglicherweise mittels manueller lymphatischer Drainage des Halses, insbesondere der tiefen zervikalen Lymphknoten, und mittels der Behandlung der meningealen Strukturen des Gehirns die lymphatische Drainage im Gehirn verbessert werden. Weitere Untersuchungen sind hier notwendig, um diese Hypothese näher zu erforschen.

## Immunprivileg des ZNS

Das Immunprivileg des ZNS lässt sich laut Engelhardt et al. (2016) durch folgende Aspekte beschreiben:

- Antigenpräsentierende Zellen können nur durch Lymphdrainage des LCS zu regionalen Lymphknoten transportiert werden.
- Plasmafiltrate können nicht frei über die Blut-Hirn-Schranke oder die Blut-LCS-Schranke diffundieren, um ins ZNS zu gelangen.

- Der Zugang von Lymphozyten und anderen Entzündungszellen zum ZNS ist durch eine Blut-Hirn-Schranke und eine Blut-LCS-Schranke beschränkt. Der Zugang zum peripheren Gewebe dagegen ist weniger eingeschränkt. Polymorphkernige Leukozyten treten häufig als Reaktion auf bakterielle oder Pilzinfektionen auf und gelangen ebenfalls nicht direkt ins ZNS.
- Im Parenchym des ZNS selbst finden sich keine T-Zellen, jedoch in ventrikulären und subarachnoidalen Bereichen.
- Die Antigenpräsentation beim Fehlen von entzündungsfördernden Stimuli ist dadurch eingeschränkt, dass Expression von MHC („major histocompatibility complex“) der Klasse I und II im ZNS-Parenchym fehlt.
- Mikrogliazellen entstammen dem Dottersack und wandern während der fetalen Entwicklung ins ZNS. Sie übernehmen verschiedene Funktionen antigenpräsentierender Zellen in den perivaskulären Bereichen des ZNS und im LCS.

## Osteopathische Zugänge

Die Behandlung ist darauf ausgerichtet, die venöse und lymphatische Drainage im Gehirn zu unterstützen. Dies kann intrakranial über die Behandlung der Sinus venosi, der Dura, der Ventrikel und des Subarachnoidalraums (Zisternen) durchgeführt werden, ebenso über lymphatische Ver-

bindungen zu den Hirnnerven im Bereich der Nase, des Auges, des Ohres und nervalen Strukturen im Bereich des Foramen jugulare sowie mittels tiefer zervikaler Lymphgefäße. Auch der venöse Abfluss sollte auf Engstellen untersucht und in seinem Fluss unterstützt werden.

Ansätze zum Ausgleich des autonomen Nervensystems begünstigen vagale Zustände, die wiederum die Produktion des Liquor cerebrospinalis stimulieren und eine Drainage des Gehirns begünstigen. Im klinischen Kontext ist es außerdem bedeutsam, auf ausreichend Schlaf zu achten (Moser u. Liem 2017). Im Folgenden werden mögliche osteopathische Zugänge beschrieben.

## Sinus-venosus-Techniken nach Frymann und Liem

Diese Techniken könnten nicht nur den Rückfluss des LCS in das venöse System begünstigen, sondern möglicherweise auch die Lymphgefäße des Gehirns stimulieren (Liem 2013).

## Venöse Drainage

### Foramen jugulare

Der Therapeut befindet sich am Kopfende des Patienten (Abb. 1).

Handposition:

- Die Hand – kontralateral zur behandelnden Seite – umgreift das Os occipitale. Zeige-, Mittel- und Ringfinger befinden sich unmittelbar posterior der Sutura occipitomastoidea.



Abb. 1: Foramen-jugulare-Technik

- Kaudale Hand: Mittelfinger im Meatus acusticus externus, Ringfinger auf der Spitze des Processus mastoideus, kleiner Finger auf der Pars mastoidea, Zeigefinger und Daumen umgreifen den Processus zygomaticus

Ausführung:

- Ein „Disengagement“ zwischen Os temporale und Os occipitale ausüben mit besonderem Fokus auf dem Foramen jugulare. Am Os temporale wird ein Zug nach anterior superior ausgeübt, am Os occipitale ein sanfter Zug nach posterior inferior.
- Gleichzeitig wird am Os temporale ein Spannungsgleichgewicht zwischen Außenrotation (posteromedialer Druck mit dem Ringfinger) und Innenrotation (posteromedialer Druck mit dem kleinen Finger) sowie anteriorer und posteriorer eine Rotation durchgeführt.
- Am Os occipitale wird ein Gleichgewicht zwischen Flexion und Extension eingestellt.

### Vena jugularis interna

Handposition: Die Mittelfinger beider Hände werden mit ihren Fingerbeeren medial des M. sternocleidomastoideus posterior der Klavikula, lateral der Articulatio sternoclavicularis positioniert (Abb. 2). Die Vene befindet sich lateral der A. carotis communis.

Ausführung:

- Es wird eine divergente longitudinale Traktion ausgeführt, bis die Gewebegrenze wahrnehmbar wird. Möglich ist auch, mit dem kranialen Finger zu fixieren und mit dem kaudalen Finger eine Traktion auszuüben.
- Die Spannung wird gehalten und Mikrobewegungen zwischen V. jugularis interna und Umgebung bzw. umliegender Gewebe werden zugelassen, bis eine Entspannung auftritt und eine bessere Gleitfähigkeit der Vene wahrgenommen wird.

### Vena jugularis externa

Handposition: Ein Mittelfinger befindet sich posterior des Angulus mandibularis auf der Vene. Der andere Mittelfinger ist oberhalb der Mitte der Klavikula im kaudalen Bereich der Vene positioniert (Abb. 3).

Ausführung: Entsprechend der Technik für die V. jugularis interna.

### Plexus basilaris, Sinus marginalis

Handposition: Die Mittelfinger, Zeige- und Ringfinger beider Hände werden von posterior und von den Seiten so nah wie möglich an das große Hinterhauptloch (Foramen magnum) positioniert (Abb. 4).

Ausführung: Die Finger üben einen auf den Plexus basilaris am Clivus und zum Sinus marginalis um das Foramen magnum des Okziputs gerichteten rhythmischen Druck aus. Ziel ist es, den venösen Abfluss aus den Sinus petrosi superior und inferior und aus den Sinus cavernosus in den Plexus basilaris und weiter in den Sinus marginalis zu unterstützen.



Abb. 2: Vena-jugularis-interna-Technik



Abb. 3: Vena-jugularis-externa-Technik



Abb. 4: Technik für den Plexus basilaris und Sinus marginalis

## Ausgleich des autonomen Nervensystems

Dieser erfolgt zum Beispiel durch Etablierung eines osteopathischen „felt sense“ oder durch die Technik der „herzfokussierten Palpation“ (siehe Liem 2017).

## Ventrikel

### Kompression des 4. Ventrikels (CV-4)

Dieser wirkt laut Magoun (1976) als lymphatische Pumpe und soll allgemein zu einer verbesserten Versorgung der Zellen, zu einer verbesserten Lymphbewegung und zu einer Rege-

neration der Gewebe sowie zu einer Stimulation der Hirnnervenkerne im Bereich des 4. Ventrikels führen. Auch die **Kompression der Seitenventrikel** und des **3. Ventrikels** sind möglich (Liem 2013).

## Drainage der Zisternen

Es können auch Drainagetechniken für die Zisternen, zum Beispiel die Cisterna cerebellomedullaris, durchgeführt werden. Hierfür werden die kleinen Finger und/oder Ringfinger unterhalb des Inions und die Daumen posterior des Porus acusticus externus aufgelegt. Dann wird ein rhythmischer Druck auf die Cisterna cerebellomedullaris ausgeübt, d.h. auf den Raum zwischen Kleinhirn und Medulla (Abb. 5).



Abb. 5: Drainage der Cisterna cerebellomedullaris



Abb. 6: Falx-Technik für die Drainage des Sulcus sinus superior



Abb. 7: Tentorium-Technik für die Drainage der Sulci sinus transversus, sigmoideus und petrosus superior

## Durale Techniken

Hierzu gehört zum Beispiel die Drainagetechnik des Sulcus sinus sagittalis superior. Diese Techniken werden mit dem Ziel angewendet, den Lymphabfluss und LCS-Rückfluss in den duralen Sinus zu stimulieren. Dafür werden Zeigefinger und Daumen entlang des Sulcus sinus sagittalis superior am Os frontale, parietale und Os occipitale aufgelegt. Die Daumen berühren sich dabei. Es wird eine anteroposteriore und kraniokaudale rhythmische Kompression und Dekompression auf das durale Sinussystem durchgeführt (Abb. 6).

Für die Behandlung des Sulcus sinus transversus, des Sulcus sinus sigmoideus und des Sulcus petrosus superior können die Finger entlang des Ansatzes des Tentoriums aufgelegt werden und die Sinus rhythmisch drainiert werden (Abb. 7). Für weitere durale Techniken siehe Liem (2013).

## OA-Release

Zur Verbesserung des venolymphatischen Abflusses aus dem Kopfbereich siehe Liem (2013).

## Pumptechnik am Kranium

Die Technik nach Bjørnæs dient der Stimulierung des Lymphflusses (persönliche Kommunikation des Autors mit Kjell Erling Bjørnæs 2017). Beide Hände umfassen den Schädel, die Daumen liegen beidseits entlang der Sutura sagittalis, Zeige- und Mittelfinger anterior vor dem Ohr, Ringfinger auf der Sutura occipitomastoidea und der Kleinfinger auf dem Os occipitale. Es wird ein sanfter, intermittierender Druck mit einer Frequenz von 10- bis 12-mal pro Minute für etwa drei Minuten ausgeübt. Gegebenenfalls müssen die Venenwinkel im Bereich der Klavikulae und der ersten Rippe befreit werden (Abb. 8).

## Tiefe zervikale Lymphknoten und allgemeine Lymphflussverbesserung

Die Drainagetechniken für die tiefen zervikalen Lymphknoten und zur allgemeinen Lymphflussverbesserung im Kopfbereich werden hier angewendet, um – unter Berücksichtigung der LCS-Lymphe-Verbindung (s.o.) – die Drainage zu verbessern. Kontraindikationen für lymphatische Pumptechniken sind:

- nicht behandelter maligner Tumor
- akute Entzündungen mit Fieber
- Thrombose
- dekompensierte Herzinsuffizienz

## Drainage der tiefen zervikalen Lymphgefäße

Um die tiefen Lymphgefäße zu drainieren, wird der Nacken alternierend komprimiert und dekomprimiert, in Kombination mit Seitneigungs- und Rotationsbewegungen im Nacken. Dies fünfmal wiederholen, wichtig sind dabei insbesondere die alternierenden Bewegungen im Bereich des Nackens (persönliche Kommunikation des Autors mit Jean-Paul Belgrado 2017) (Abb. 9).

## Venolymphatische Pumptechnik an der Klavikula

Dabei wird auf das mediale Ende der Klavikula eine rhythmische Pumpbe-

wegung ausgeübt, während der Kopf in leichter Extension und kontralateraler Rotation stabilisiert wird (Liem 2010).

## Allgemeine Lymphflussverbesserung im Kopfbereich

Der effizienteste Druck, um Flüssigkeit des Interstitiums in das initiale lymphatische Netzwerk zu drainieren, beträgt etwa 60–80 mmHg. Das ist mehr Druck, als normalerweise bei lymphatischen Techniken ausübt

werden (persönliche Kommunikation des Autors mit Jean-Paul Belgrado 2015). In einer Pilotstudie von Roth et al. (2016) konnte erstmals mittels einer kraniozervikalen manuellen Lymphdrainage der Hirndruck bei akuten Hirnerkrankungen gesenkt werden.

- Die Finger beidseits supraklavikulär auflegen (Abb. 10). Während der Nacken herausgestreckt wird, üben die Finger sanften Druck in die Region



Abb. 8: Pumptechnik am Kranium



Abb. 9: Drainage der tiefen zervikalen Lymphgefäße



Abb. 10: Allgemeine Lymphflussverbesserung supraklavikulär

des lymphatischen Rückflusses aus. Zusätzlich kann ein Unterdruck erzeugt werden, wie unter bei der Selbsthilfetechnik beschrieben.

- Anschließend je dreimal am Gesicht, seitlich am Kopf und am Hinterkopf von kranial nach kaudal Richtung medialer Klavikula die Lymphe drainieren.
- Vom Bauchnabel Richtung Manubrium nach kranial drainieren.

Diese Abfolge kann dem Patienten auch als Selbsthilfetechnik gezeigt werden. Schon die Bewegung der Haut reicht aus, um den Lymphfluss um das 20-Fache zu erhöhen (Ikomi et al. 1985).

### Selbsthilfetechnik zur Anregung des Lymphflusses

Zunge an den Gaumen legen. Nachdem einmal tief ein- und komplett ausgeatmet wurde, wird mit dem

Brustkorb eine Einatembewegung ausgeführt, ohne dabei Luft einzuatmen. Dadurch wird ein Unterdruck im Thorax erzeugt und der Lymphfluss angeregt.

### Lymphatische Pumpe an Brust, Bauch und Füßen

Kranialer Lymphabfluss wird auch durch allgemeine Lymphpumpetechniken unterstützt (Liem 2013), z.B. umgreifen die Hände den Bauchinhalt (Finger nach kranial gerichtet) und üben für 4 min pro Sekunde eine Pumpbewegung nach posterior-superior aus.

### Drainage der Nase

Hier werden auch die **Chapman-Reflexe** der Nase getestet: anterior: zweiter Rippenknorpel und erster

Interkostalraum, etwa 8 cm lateral vom Sternum, posterior: Mitte zwischen Processus spinosus und Processus transversus des Axis (Liem 2010).

### Behandlung einer Mundatmung

Diese umfasst nicht nur die Behandlung nasaler Störungen, sondern ebenso von Dyskinesien unter Berücksichtigung der Lippen, der Zunge und der gesamten Mundraumfunktion.

### Rhythmische Drainagetechnik im Bereich der Lamina cribrosa

Eine Technik für die Lamina cribrosa findet sich zum Beispiel bei Liem (2010).

### Drainagetechnik für den N. olfactorius

Zunächst wird hochzervikal eine Flexion und eine kontralaterale Seitneigung der HWS eingestellt. In dieser Voreinstellung werden das Os ethmoidale im Bereich der Lamina cribrosa, die Nasenscheidewand und/oder die Conchae rhythmisch komprimiert und dekomprimiert (Abb. 11).



Abb. 11: Drainage des N. olfactorius

### Drainage des Auges

#### Drainagetechnik für den N. opticus

Zunächst wird hochzervikal eine Flexion und eine kontralaterale Seitneigung der HWS eingestellt. In dieser Voreinstellung werden die Orbita und die Ala major und anschließend der Bulbus rhythmisch sanft komprimiert und dekomprimiert. Das Auge wird hauptsächlich in Richtung Ohr zu den präaurikulären Lymphknoten drainiert. Vorher sind die proximalen Lymphwege im Bereich der Klavikulae und des Halses zu lösen.

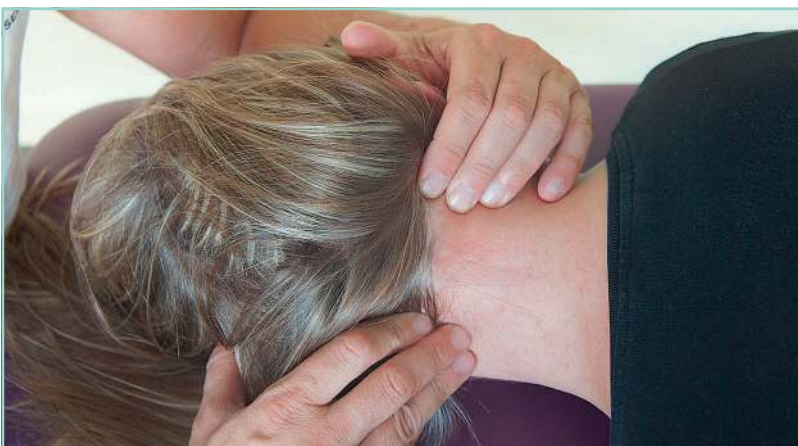


Abb. 12: Drainage der oberen Zervikalnerven und -nervenscheiden

### Drainage des Ohres

#### Ohrzugtechnik

Drainage durch rhythmischen Zug an der Ohrmuschel nach kaudal, posterior oder kranial.

### Drainagetechnik für den N. vestibulocochlearis

Zunächst wird hochzervikal eine Flexion und eine kontralaterale Seitneigung der HWS eingestellt. In dieser Voreinstellung werden anschließend rhythmische Kompressionen und Dekompressionen am Os temporale, v.a. am Mastoid bzw. an der Pars petrosa, am Os occipitale und Os sphenoidale durchgeführt.

## Hirnnerven

### Drainage der Hirnnerven IX, X, XI

Es wird zunächst hochzervikal eine Flexion und eine kontralaterale Seitneigung der HWS eingestellt. Anschließend werden einseitig rhythmisch die jeweiligen Hirnnervenscheiden drainiert.

### Drainage der oberen Zervikalnerven und -nervenscheiden

Die Zeige-, Mittel- und Ringfinger werden nahe der Foramina vertebralia

der oberen Zervikalnerven platziert (Abb. 12). Unter rhythmischer Flexion und Extension des Halses werden gleichzeitig rhythmisch ein sanfter homolateraler kranialer Zug und eine homolaterale Rotation zur Seite der Drainage ausgeübt (Liem 2017).

### Weitere Techniken

Eine Entstauung von Pharynx und Tonsillen (Liem 2010) sowie Technik der A. carotis interna und A. vertebralis (Liem 2013) können ebenfalls angewendet werden. Laut Still kann das fasziolymphatische System stimuliert werden, indem mittels Einfluss über die Nerven auf den Blutkreislauf eingewirkt wird (Still 1902).

### Korrespondenzadresse:

Torsten Liem  
Osteopathie Schule Deutschland  
Mexikoring 19  
22297 Hamburg

## Literatur

- [1] Brinker T, Stopa E, Morrison J, Klinge P. A new look at cerebrospinal fluid circulation. *Fluids Barriers CNS* 2014; 11: 10
- [2] Engelhardt B, Carare RO, Bechmann I, Flüge A, Laman JD, Weller, RO. Vascular, glial, and lymphatic immune gateways of the central nervous system. *Acta Neuropathol* 2016; 132: 317–338
- [3] Ikomi F, Hunt J, Hanna G, Schmid-Schönbein GW. Interstitial fluid, plasma protein, colloid, and leukocyte uptake into initial lymphatics. *J Appl Physiol* 1985; 81 (5): 2060–7
- [4] Kiviniemi V, Wang X, Korhonen V, Keinänen T, Tuovinen T, Autio J, LeVan P, Keilholz S, Zang YF, Hennig J, Nedergaard M: Ultra-fast magnetic resonance encephalography of physiological brain activity – Glymphatic pulsation mechanisms? *J Cereb Blood Flow Metab* 2016; 36 (6): 1033–1045
- [5] Lehtinen P. Unraveling the link between brain and lymphatic system. *Wihuri Research Institute* 2016. <http://www.wri.fi/unraveling-the-link-between-brain-and-lymphatic-system>. Zugriff: 22.6.2017
- [6] Liem T. Osteopathic treatment of the dura. In: Liem T, Tozzi P, Chila A (eds.) *Fascia in the osteopathic field*. Edinburgh: Handspring, 2017, p. 547f.
- [7] Liem T. *Osteopathie: Ein praktisches Lehrbuch*, 6. Aufl. Stuttgart: Haug, 2013
- [8] Liem T. *Praxis der Kraniosakralen Osteopathie*, 3. Aufl. Stuttgart: Haug, 2010
- [9] Liem T. *Treatment Principles*. In: Liem T, Heede P (eds.) *Foundations of morphodynamics in osteopathy*. Edingburgh, Handspring, 2017, p. 353, 358
- [10] Louveau A, Smirnov I, Keyes TJ, Eccles JD, Rouhani SJ, Peske JD, Derecki NC, Castle D, Mandell JW, Lee KS, Harris TH, Kipnis J. Structural and functional features of central nervous system lymphatic vessels. *Nature* 2015; 523: 337–341
- [11] Magoun HI. *Osteopathy in the cranial field*, 3rd ed. Kirksville: Journal Printing Company, 1976, p. 110
- [12] Moser M, Liem T. Biological rhythms and their significance in osteopathy. In: Liem T, Heede P (eds.) *Foundations of morphodynamics in osteopathy*. Edingburgh: Handspring, 2017, p. 39–66
- [13] National Institutes of Health. Lymphatic vessels discovered in central nervous system. *NIH Research Matters* 2015. <https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/lymphatic-vessels-discovered-central-nervous-system>. Zugriff: 16.7.2015
- [14] Roth C, Stitz H, Roth C, Ferbert A, Deinsberger W, Pahl R, Engel H, Kleffmann J. Craniocervical manual lymphatic drainage and its impact on intracranial pressure – a pilot study. *Eur J Neurol* 2016; 23 (9): 1441–6
- [15] Sá-Pereira I, Brites D, Brito MA. Neurovascular unit: a focus on pericytes. *Mol Neurobiol* 2012; 45 (2): 327–347
- [16] Still AT. *The philosophy and mechanical principles of osteopathy*. Kansas City, Missouri: Hudson-Kimberly, 1902