

Braucht es einen Paradigmenwechsel in der osteopathischen Diagnostik und Therapie im kraniozervikalen Bereich?

Im Artikel „Update zur Liquororschung und Drainage des Gehirns“ bietet Thorsten Liem [1] ein exzellentes Update zur Liquorforschung. Er referiert neueste Studien zu den Forschungen über Produktion und Absorption des Liquors, zu kardiovaskulären und respiratorischen Einflüssen auf die Liquorpulsion, zur Liquorzirkulation, zum Einfluss von Liquorsignalen auf die Funktion von Spinalnerven, zur Abschirmfunktion des Liquors gegen externe elektrische Ladung, zur Drainagewirkung und zur Wechselbeziehung des Liquors mit der interstitiellen Flüssigkeit. Auch Zusammenhänge zwischen der peripheren Ausstrombahn des Liquors und ihrem Einfluss auf die generelle Schmerz- und Berührungsempfindlichkeit werden diskutiert.

Von besonderem Interesse für die Osteopathie im kranialen Bereich ist die Studie von Kiviniemi et al. [2] aus dem Jahr 2016. Mittels ultraschneller Magnetresonanztomographie gelang es dieser Arbeitsgruppe, unterschiedliche physiologische Mechanismen darzustellen, welche die Pulsation des Liquors beeinflussen. Neben den aus früheren Arbeiten bekannten respiratorischen und kardiovaskulären Einflüssen [3] konnten auch Pulsationen im niederfrequenten Bereich (0,023–0,73 Hz) und im extrem niederfrequenten Bereich (0,001–0,023 Hz) nachgewiesen werden. Ein Einfluss von elektrophysiologischer und neurovaskulärer Aktivität (Sympathikus, Parasympathikus) auf diese Wellenform wurde diskutiert.

Die kardiale Information wurde als „postprocessing“ aus der im hochauflösenden MRT gefundenen Summationsbewegung unter elektrokardiographischer Triggerung gewonnen, wobei Artefakte mittels spezieller Soft-

ware eliminiert wurden. Analog wurden respiratorische Daten mit einem Monitor des Atemrhythmus abgeglichen. Die nachgewiesenen niederfrequenten Pulsationen sind ebenfalls als Teilkomponente dieser Summationsbewegung anzusehen.

Liem folgert aus diesen Ergebnissen: „Solche Studien können helfen, viele spekulative Ansätze bezüglich der Palpation von Körperrhythmen mit der Nähe zu Metaphysik und Glaubensannahmen zu relativieren und sie in physiologischen Diskussionen zu verorten. [...] Die sehr langsamen Wellen könnten möglicherweise der Palpationserfahrung von Beckers ‚longtide‘ entsprechen.“ [1] Diese Schlussfolgerung ist aus zwei Gründen nicht plausibel:

- Es ist palpatorisch nicht möglich, aus einer Summationsbewegung einzelne Komponenten zu isolieren.
- Die Kraft, die von den beschriebenen Pulsationen ausgeht, ist viel zu gering, um überhaupt extrakraniell wahrgenommen zu werden. So konnten Downey et al. bei Kaninchen mit offenen Suturen eine eben tastbare Distraction der Suturen erst bei einer applizierten Kraft von mehr als 500 mg feststellen. Derartige Druckänderungen intrakranial sind kaum vorstellbar, auch werden derartige Drucke bei der osteopathischen Behandlung im Kраниum niemals erreicht [4].

Die eigentliche klinische Relevanz der Studie von Kiviniemi et al. für die kraniale Osteopathie hat uns Liem aber vorenthalten: Die Existenz eines von Atmung und Puls unabhängigen kranialen Rhythmus (primärer respiratorischer Mechanismus, PRM) konnte nämlich durch modernste bildgebende Verfahren erneut nicht nachgewiesen werden. Neuere Studien mit räumlich und zeitlich hochauflösendem MRT finden übereinstimmend rhythmische

Bewegungen des Liquors und des Gehirns, aber ausschließlich im Zusammenhang mit respiratorischen und kardiovaskulären Einflüssen [2, 3].

Der PRM ist also wohl nicht mehr als ein Artefakt, ein metaphysisches Konzept, wobei oberflächliche physiologische rhythmische Prozesse bei Untersuchern und Probanden in Kombination mit Imaginationen des Untersuchers die subjektiven Ergebnisse der Palpation beeinflussen [5]. Denkbar ist, dass ein Summationseffekt von multiplen oberflächlichen Oszillationen im Patienten und im Therapeuten Sutherland, Magoun, Becker und viele andere an die Existenz eines PRM glauben ließ [6,7]. Dies würde auch erklären, warum bei unterschiedlichen Untersuchern niemals vergleichbare Rhythmen festgestellt werden konnten [7]. Kaum vorstellbar ist, dass die Palpation einer derartigen Überlagerungswelle einen Bezug zur Symptomatik des Patienten haben kann, und es ist auch nicht klar, ob und ggf. auf welche Weise dieser Rhythmus zu beeinflussen wäre und wie ein Patient von dieser Beeinflussung profitieren könnte [8].

Hartman forderte bereits im Jahr 2006: „... the ‚cranial‘ arts should be dropped from all academic curricula; insurance companies should stop paying for them; and patients should invest their time, money, and health in treatments grounded in the extraordinarily successful, science-based biomedical model of the modern era.“ [9]

Die Dominanz dieser sich hartnäckig haltenden Lehrmeinung eines real existierenden PRM trotz des Eingeständnisses einer großen Irrtumswahrscheinlichkeit führte bislang dazu, dass wichtigen osteopathischen Fragestellungen nur unzureichend nachgegangen wurde:

- Gibt es intrakraniell überhaupt eine somatische Dysfunktion oder eine

osteopathische Läsion und wie könnte man sie ggf. definieren?

- Wenn es sie gibt: Ist sie unserer physischen Palpation zugänglich und wenn ja, wie?
- Ist dann eine zielgerichtete und kontrollierte osteopathische Therapie im kraniozervikalen Bereich möglich?

Einige Gedanken zu diesem Thema sind nachzulesen in einem kürzlich veröffentlichten Artikel über einen Tonustest der tiefen okzipitalen Muskulatur als Monitor für Läsionen im kranialen Bereich [10].

Ein Paradigmenwechsel im Bereich der osteopathischen Diagnostik und Therapie im kraniozervikalen Bereich scheint jedenfalls längst überfällig. So sind unter anderem neueste Forschungsergebnisse über die Plastizität von Nervenzellen als fehlendes Bindeglied zum Verständnis somatischer Dysfunktionen und ihrer osteopathischen Behandlungsstrategie zu berücksichtigen: Im Phänomen der Neuroplastizität findet sich der osteopathische Grundgedanke einer dauernden Wechselbeziehung zwischen Form und Funktion auf zellulärer

Ebene in erstaunlicher Weise wieder [11]. Nur wenn auch in der kranialen Osteopathie wissenschaftliche Forschung ohne Bindung an Dogmen und anachronistische Überzeugungen praktiziert wird, können sich jenseits des Stigmas einer Pseudowissenschaftlichkeit neue Perspektiven eröffnen. Um dies zu erreichen, muss man sich manchmal von lieb gewonnenen Ideen und Vorstellungen verabschieden. Es bleibt noch viel zu tun!

Dr. med. Ulrich Moser, Großheubach

Literatur

- | | | |
|---|---|---|
| <p>[1] Liem T. Update zur Liquorforschung und Drainage des Gehirns. Osteopathische Medizin 2017; 18 (2): 22–27</p> <p>[2] 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</p> <p>[3] Dreha-Kulaczewski S, Joseph AA, Merboldt KD, Ludwig HC, Gärtner J, Frahm J. Inspiration drives human CSF flow. J Neurosci 2015; 35 (6): 2485–2491</p> | <p>[4] Downey PA, Barbano T, Kapur-Wadhwa R, Sciote JJ, Siegel MI, Mooney MP. Craniosacral therapy: the effects of cranial manipulation on intracranial pressure and cranial bone movement. J Orthop Sports Phys Ther 2006; 36 (11): 845–53</p> <p>[5] Liem T, Hilbrecht H, Schmidt T. Osteopathie und Wissenschaft. Osteopathische Medizin 2012; 1: 11–18</p> <p>[6] McPartland JM, Mein EA. Entrainment and the cranial rhythmic impulse. Altern Ther Health Med 1997; 3 (1): 40–45</p> <p>[7] Pelz H. Inhärente Rhythmen – komplexe psychophysische Synergismen durch Synchronisation: Osteopathische Medizin 2015; 3: 18–24</p> | <p>[8] Hartman S, Norton JM. Interexaminer reliability and cranial osteopathy. Sd Rev Altern Med 2002; 6 (1): 23–34</p> <p>[9] Hartman S. Cranial osteopathy: its fate seems clear. Chiropractic & Osteopathy 2006; 14: 10</p> <p>[10] Moser U. Tonustest der tiefen subokzipitalen Muskeln. Neue Perspektive für die osteopathische Behandlung somatischer Dysfunktionen im kraniozervikalen Bereich? Manuelle Medizin 2016; 54: 109–114</p> <p>[11] Pelletier R, Higgins J, Bourbonnais D. Is neuroplasticity in the central nervous system the missing link to our understanding of chronic musculoskeletal disorders? BMC Musculoskeletal Disorders 2015; 16: 25–38</p> |
|---|---|---|

Kommentar des Autors

Ich möchte mich für den Beitrag zur wissenschaftlichen Diskussion von Herrn Dr. Moser herzlich bedanken. Im Folgenden möchte ich mich zu den einzelnen Anmerkungen äußern.

Die Schlussfolgerung, dass die sehr langsamen Wellen der Palpationserfahrung von Beckers „longtide“ entsprechen könnten, sei laut Moser nicht plausibel, da es palpatorisch nicht möglich sei, aus einer Summationsbewegung einzelne Komponenten zu isolieren.

Inwieweit sich möglicherweise vasomotorische Pulsationen am Schädel palpieren lassen, kann aus Sicht des Autors zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht wissenschaftlich fundiert beantwortet werden. Dafür bestehen gegenwärtig zu viele offene Fragen: Das Signal im funktionellen MRT (fMRT) als BOLD-Signal („blood oxygenation level dependent“) zeigt die Oxygenierungsrate des Hämoglobins an. Dies ermöglicht Rückschlüsse auf die Durchblutung und den Sauerstoffverbrauch des Gewebes und folglich auf die metabolische Gewebeanaktivität. Es ist jedoch unbekannt, inwieweit die Amplitude des BOLD-Signals in Beziehung zur mechanischen Bewegung durch die Flüssigkeitsverschiebungen steht. Ebenso gibt es keine Daten, in welchem Ausmaß dadurch intrakranielle Druckunterschiede erzeugt werden. Und schließlich ist auch noch weitgehend ungeklärt, wie sich intrakranielle Druckdifferenzen am Schädel ausdrücken und welche potenziell palpablen Amplituden beim Menschen dort entstehen ([1] S. 46ff.).

Zumindest im Tierexperiment konnte beispielsweise gezeigt werden, dass intrakranielle vaskuläre Volumen- und zerebrospinale Flüssigkeitsvolumenveränderungen sich in kranialen Knochen-

bewegungen zeigen können. So reichte eine Injektion von 0,1–0,2 ml Flüssigkeit in die Seitenventrikel von anästhesierten Katzen aus, um Bewegung in der Sutura sagittalis auszulösen [2, 3].

„Die Kraft, die von den beschriebenen Pulsationen ausgeht, ist viel zu gering, um überhaupt extrakraniell wahrgenommen zu werden“, so Moser.

Auch hier ist es aus Sicht des Autors gegenwärtig nicht möglich, diese Frage wissenschaftlich fundiert zu beantworten. Die Amplituden sind zweifelsohne sehr klein und Pulsationen mit einer Periodendauer von bis zu 40 s („very low frequency“, VLF) scheinen sicherlich schwer zu palpieren sein. Grundsätzlich ist die Schwelle menschlicher Mechanorezeptoren für mechanische Stimuli allerdings sehr niedrig und erstreckt sich bis in eine Größenordnung von Mikrometern [4–9].

Laut einer Studie von Skedung et al. [10] soll die taktile Diskrimination beim Menschen sogar bis in den Nanobereich möglich sein. So zeigen Messungen von Kasparian et al. [4], dass die passive Palpationssensitivität im Bereich von 10–50 µm liegt, was zumindest vergleichbar mit Daten zur Bewegung des Schädeldaches wäre. Nach Mountcastle et al. [11] können mittels Pacini-Körperchen sogar Vibrationen von weniger als 1 µm Amplitude wahrgenommen werden.

Sinnesphysiologisch dürften höherfrequente kardiorespiratorische Wellenbewegungen mittels Palpation leichter wahrnehmbar sein, als die VLF-/LF-Wellen, da die Anstiegssteilheit der Welle mit zunehmender Frequenz wächst. Niederfrequente Pulsationen von etwa 40 s könnten wahrscheinlich nur durch Ruffini-Zellen (langsam adaptierende Sensoren) wahrgenommen werden. Diese sind im Vergleich zu Merkel-Zellen und Pacini-Körperchen jedoch weniger empfindlich.

Intertester-Reliabilitätsstudien zum Thema untersuchten vor allem die Reliabilität der Palpation von Kopf und Becken bzw. Füßen ([1] S. 65–69). Zukünftige Studien zur Intertester-Reliabilität rhythmischer Erscheinungen sollten ausschließlich am Kopfbereich durchgeführt werden.

Systematische Reviews von Jäkel und von Hauenschild [12] und Ernst [13], die sich mit den therapeutischen Wirkungen kranialer osteopathischer Manipulationen befassten, kamen zu dem Ergebnis, dass die bisherige Evidenzlage zur klinischen Effizienz kranialer Therapien aufgrund der Heterogenität und teils mangelnden Qualität der Studien keine abschließenden Schlussfolgerungen zulässt.

Und der für Moser wichtigste Punkt: Die Existenz eines von Atmung und Puls unabhängigen kranialen Rhythmus (primärer respiratorischer Mechanismus, PRM) sei durch modernste bildgebende Verfahren erneut nicht nachgewiesen worden.

Im Gegensatz zur Aussage von Moser belegen die Daten von Kiviniemi et al. [14] ein von der Atmung und vom

Herzschlag unabhängiges Phänomen. Dies schreiben auch die Autoren: „The VLF/LF waves are indeed real independent phenomena and not aliased cardiorespiratory pulsations (...)“ ([14] S. 10) Um Aliasing-Effekte zu vermeiden, werden Abtastfrequenzen benötigt, die zumindest doppelt so hoch sind (Nyquist-Frequenz) wie die höchste im Signal enthaltene Frequenz. Dies wird mit der angewendeten „ultra-fast MREG“, die mit 10 Hz abtastet, erreicht. Dies wie auch das eigene räumlich-zeitliche Muster der VLF-/LF-Pulsationen (Puls und Atmung haben ganz andere Zeitgänge) verweist auf die Richtigkeit der Interpretation von Kiviniemi et al. Auch wenn das zwar keine direkten Beweise für eine unabhängige Ursache der VLF-/LF-Signale sind, so stellen sie gewichtige Argumente für eine solche Schlussfolgerung dar.

Abgesehen davon wäre es interessant zu eruieren, warum Kiviniemi et al. nicht die Beteiligung der in derselben Bandbreite bekannten Herzfrequenzvariabilität (spontane Schwankungen des zeitlichen Abstands zwischen den Herzschlägen) für die Befunde diskutieren. So besteht eine Schwankung der Herzrate im VLF-LF-Übergang, die in Beziehung zu thermoregulatorischen Regeldynamiken steht. Des Weiteren könnte geprüft werden, ob bei Ausübung palpatorischer Annäherungen am Schädel Schwankungen mit fluss- oder volumensensitiven Methoden messbar sind.

Nelson et al. [15–27] untersuchten beispielsweise die Traube-Hering-Mayer-(THM-)Oszillation mithilfe der Laser-Doppler-Durchflussmetrie im Zusammenhang mit der Schädelpalpation rhythmischer Erscheinungen ([1] S. 52ff.). Die Autoren folgerten, dass die TH-Oszillation und die Mayer-Oszillation den in der osteopathischen Literatur gefundenen Beschreibungen zu rhythmischen Erscheinungen entsprechen. Auch Pelz [28] formulierte Zusammenhänge mit der THM-Oszillation als Erklärungshypothese für den CRI („cranial rhythmic impulse“), da die in der Untersuchung von Perlitz et al. genutzten physiologischen Mess-

größen und deren Schwankungen auch die Grundlage der THM-Oszillation darstellen. Der Ansatz von Nelson et al. wie auch andere Überlegungen, zum Beispiel von Moskalenko et al. [29, 30] oder McPartland und Mein [31], könnten in die richtige Richtung weisen ([1] S. 70).

Wichtige osteopathische Fragestellungen: Kranial lokalisierte Dysfunktionen im Sinne von Störungen im Beziehungsgefüge von Strukturen der Schädelphäre (neuronal, arteriell, venolymphatisch, ossär, interossär, dural, myofaszial etc.) sind insbesondere im Licht der Entwicklung der neurobiologischen und neurophysiologischen Bezüge aktuell zu explizieren und zu diskutieren. Ich stimme Moser zu, dass dogmatische osteopathische Lehrmeinungen stets reflektiert werden sollten – auch im kranialen Bereich. Aktuell am wenigsten relevant dürfte wohl die Frage nach dem Mechanismus sein. Abgesehen davon, dass es sich dabei für den klinischen Einsatz bestenfalls um einen „Nebenkriegsschauplatz“ handelt, hat gerade diese Diskussion einen besonders ausgeprägten Polarisierungseffekt ([32] S. 9).

Zweifelsohne sind jedoch weitere Fragestellungen zu intrakraniellen und kraniozervikalen Dysfunktionen etc. zu diskutieren. Moser wirft in seinem Leserbrief einige dieser Fragen erneut auf. Dies kann nicht oft genug geschehen. Es sollte dabei aber nicht vergessen werden, dass diese Diskussionen bereits stattfinden, zum Beispiel in der Zeitschrift *Osteopathische Medizin* in den Artikeln von Pelz zum retikulären Rhythmus [28] oder von Liem zum Beziehungsgefüge der Dura mater spinalis in der hochzervikalen Region [33], ebenso in Lehrbüchern [1, 34, 35] oder in Abschlussarbeiten, zum Beispiel zur Ossifikation der Schädelbasis [36]. Und dies obwohl im Vergleich zu anderen Fachdisziplinen in der Osteopathie „career oriented researchers“ und die entsprechende Finanzierung fast gänzlich fehlen [37].

Last but not least zitiert Moser einen von ihm verfassten Artikel zum

Tonustest der tiefen okzipitalen Muskulatur, der als Monitor für Läsionen im kranialen Bereich dienen soll. Dieser interessante Test ist in seiner Aussagekraft allerdings ebenso

spekulativ wie andere Annahmen des kranialen Ansatzes und viele andere osteopathische Modelle auch.

Mosers Leserbrief wirft wichtige Fragen auf. Es sind solche Diskussionen, so

meine ich, die die Osteopathie weiter bringen. Dafür möchte ich Herrn Moser danken.

Torsten Liem, Hamburg

Literatur

- [1] Liem T. Kraniosakrale Osteopathie: Ein praktisches Lehrbuch, 6. Aufl. Haug, Stuttgart, 2013
- [2] Heisey SR, Adams T. Measurement of cranial bone mobility. *Kopf Carrier* 1992; 1–5
- [3] Heisey SR, Adams T. Role of cranial bone mobility in cranial compliance. *Neurosurg* 1993; 33: 869–877
- [4] Kasparian H, Signoret G, Kasparian J. Quantification of motion palpation. *JAOA* 2015; 115 (10): 604–610
- [5] Cangiano L, Dell'Orco D. Detecting single photons: a supramolecular matter? *FEBS Lett* 2013; 587 (1): 1–4
- [6] Caruso G, Bisegna P, Andreucci D, Lenoci L, Gurevich VV, Hamm HE, DiBenedetto E. Identification of key factors that reduce the variability of the single photon response. *Proc Natl Acad Sci* 2011; 108 (19): 7804–7807
- [7] Miyaoka T, Mano T, Ohka M. Mechanisms of fine-surface-texture discrimination in human tactile sensation. *J Acoust Soc Am* 1999; 105 (4): 2485–2492
- [8] Simonetti S, Dahl K, Krarup C. Different indentation velocities activate different populations of mechanoreceptors in humans. *Muscle Nerve* 1998; 21: 858–868
- [9] Johansson RS, LaMotte RH. Tactile detection thresholds for a single asperity on an otherwise smooth surface. *Somatosens Res* 1983; 1: 21–31
- [10] Skedung L, Arvidsson M, Chung JY, Stafford CM, Berglund B, Rutland MW. Feeling small: exploring the tactile perception limits. *Sci Rep* 2013; 3: 1–6
- [11] Mountcastle VB, LaMotte RH, Carli G. Detection thresholds for stimuli in humans and monkeys: comparison with threshold events in mechanoreceptive afferent nerve fibers innervating the monkey hand. *J Neurophysiol* 1972; 35: 122–136
- [12] Jäkel A, von Hauenschild P. Therapeutic effects of cranial osteopathic manipulative medicine: a systematic review. *JAOA* 2011; 111 (12): 685–693
- [13] Ernst E. Craniosacral therapy: a systematic review of the clinical evidence. *Focus Altern Complement Ther* 2012; 17 (4): 197–201
- [14] 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
- [15] Nelson KE, Sergueef N, Lipinski CM, Chapman AR, Glonek T. Cranial rhythmic impulse related to the Traube-Hering-Mayer oscillation: comparing laser Doppler flowmetry and palpation. *JAOA* 2001; 101 (3): 163–173
- [16] Nelson KE, Sergueef N, Glonek T. The cranial rhythmic impulse and the Traube-Hering-Mayer oscillation. In: *Proceedings of the International Research Conference in celebration of the 20th anniversary of the Osteopathic Center for Children* (Frymann VM, Director). San Diego, February 6–10, 2002
- [17] Nelson KE, Sergueef N, Glonek T. The Traube-Hering-Mayer oscillation and the cranial rhythmic impulse. *JAOA* 2006; 106 (6): 337–341
- [18] Nelson KE, Sergueef N, Glonek T. Rate of the cranial rhythmic impulse. *JAOA* 2006; 106 (6): 337–341
- [19] Sergueef N, Nelson KE, Glonek T. The effect of light exercise upon blood flow velocity determined by laser-Doppler flowmetry. *J Med Eng Tech* 2004; 28 (4): 143–150
- [20] Nelson KE, Sergueef N, Glonek T. Cranial manipulation induces sequential changes in blood flow velocity on demand. *AAO Journal* 2004; 14 (3): 15–17
- [21] Nelson KE, Sergueef N, Glonek T. Letter to the Editor (1st Response to Moskalenko and Kravchenko). *AAO Journal* 2004; 14 (3): 11–12
- [22] Sergueef N, Nelson KE, Glonek T. Wirkung kranialer Manipulation auf die mit Laser-Doppler-Flowmetrie gemessene Traube-Hering-Mayer-Oszillation. *Ost Med* 2003; 3: 4–7
- [23] Sergueef N, Nelson KE, Glonek T. The effect of cranial manipulation upon the Traube Hering Meyer oscillation. *Altern Ther Health Med* 2002; 8: 74–76
- [24] Nelson KE, Sergueef N, Lipinski CM, Chapman AR, Glonek T. Der Craniale Rhythmische Impuls in Bezug zur Traube-Hering-Mayer Oszillation: Vergleich zwischen Laser-Doppler-Flussmetrie und Palpation. *Ost Med* 2002; 3: 10–21
- [25] Sergueef N, Nelson KE, Lipinski CM, Chapman AR, Glonek T. Ostéopathie crânienne et oscillations des ondes de Traube-Hering-Mayer. Une comparaison de la fluxmétrie laser-Doppler et de la palpation. *J Apo Still* 2002; 10: 16–24
- [26] Sergueef N, Nelson KE, Glonek T. Changes in the Traube-Hering wave following cranial manipulation. *AAO Journal* 2001; 11 (1): 17–EOA
- [27] Nelson KE, Sergueef N, Lipinski CM, Chapman AR, Glonek T. Cranial rhythmic impulse related to the Traube-Hering-Mayer oscillation: comparing laser-Doppler flowmetry and palpation. *JAOA* 2001; 101: 163–173
- [28] Pelz H. Inhärente Rhythmen – komplexe psychophysische Synergismen durch Synchronisation. *Ost Med* 2015; 3: 18–24
- [29] Moskalenko YE, Frymann V, Kravchenko TI, Weinstein G. Physiological background of the cranial rhythmic impulse and the primary respiratory mechanism. *AAO Journal* 2003; 13 (2): 21–33
- [30] Moskalenko YE, Kravchenko TI. Wave phenomena in movements of intracranial liquid media and primary respiratory mechanism. *AAO Journal* 2004; 14 (2): 29–40
- [31] McPartland J, Mein J. Entrainment and the cranial rhythmic impulse. *Altern Ther Health Med* 1977; 3: 40–45
- [32] Resch KL, Liem T. „Kraniosakral“-Mythen und Fakten. *DO* 2004; 4 (11): 6–9
- [33] Liem T. Osteopathische Behandlung der Dura mater spinalis in der hochzervikalen Region. *Ost Med* 2014; 2: 4–11
- [34] Jänig W, Neuhuber WL. Nociception and pain of fascia. In: Liem T, Tozzi P, Chila A (Hrsg.) *Fascia in the osteopathic field*. Handspring, Edinburg, 2017, p. 263–284
- [35] Arede VA, Shah JP. Myofasziale Triggerpunkte bei Schmerzen und Funktionsstörungen: die dynamische Rolle von Sensibilisierung und Fazilitation. In: Liem T, Dobler TK (Hrsg.) *Leitfaden Osteopathie: Parietale Techniken*, 4. Aufl. Elsevier, München, 2016, S. 119–127
- [36] Schalkhaußer A. Schließung und Mobilität der Synchrondrosen spheobasilaris. C.O.E., München, 2000
- [37] Noll DR. Evidence-based medicine and osteopathic medicine: no paradox. *JAOA* 2015; 115: 124–125