

Herzratenvariabilität und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Osteopathie

Julia Günther-Borstel, Tobias Schmidt, Torsten Liem

Zusammenfassung

Die Herzratenvariabilität (HRV) ist eine häufig verwendete Messgröße für die Funktion des autonomen Nervensystems (ANS), das eine zentrale Rolle bei der Anpassungsfähigkeit eines Organismus spielt. Die Osteopathie hat die Bedeutsamkeit des ANS erkannt und integriert, bislang fehlen aber reproduzierbare wissenschaftliche Beweise für die Beeinflussung von Sympathikus und Parasympathikus durch osteopathische Techniken. Die aktuelle Studienlage zeigt die Möglichkeiten der HRV-Messung zur Therapiekontrolle auf und impliziert eine weitere Standardisierung der Messverfahren und ihre Nutzung zur Beurteilung der physischen und psychischen Regulationsfähigkeit.

Schlüsselwörter

Autonomes Nervensystem, Herzratenvariabilität, Parasympathikus, Sympathikus, biologische Rhythmen, Osteopathie, Therapiekontrolle

Abstract

Heart rate variability (HRV) is frequently used as an indicator to measure autonomic nervous system (ANS) function, which plays a major role in the adaptability of an organism. Osteopathy has recognized and integrated the importance of the ANS, but so far there is a lack of reproducible scientific evidence for the influence of osteopathic techniques on the sympathetic and parasympathetic nervous system. Current research is showing the potential of using HRV-analysis to control therapeutic effects and implicates further standardization of the measuring procedure and its use to evaluate the ability of physical and psychological regulation.

Keywords

Autonomic nervous system, heart rate variability, parasympathetic system, sympathetic system, biologic rhythms, osteopathy, therapy monitoring

Überblick

Osteopathische Behandlungsansätze zielen neben der Behandlung des Bewegungsapparats, der Organe und des kraniosakralen Systems auch auf eine Harmonisierung körpereigener Rhythmen und Regulationsmechanismen ab. Viele Erkrankungen lassen sich auf Stress zurückführen bzw. auf eine herabgesetzte Anpassungsfähigkeit des Organismus auf innere und äußere Reize. Daher hat die Funktionsfähigkeit des autonomen Nervensystems (ANS) eine übergeordnete Bedeutung innerhalb der Osteopathie. In der Behandlung wird jedoch eher über indirekte therapeutische Reize gearbeitet, auf die Sympathikus und Parasympathikus reagieren.

Aus wissenschaftlicher Sicht sind die Mechanismen, die den Behandlungserfolgen zugrunde liegen, noch nicht vollständig geklärt, weshalb immer wieder Forschergruppen die Wirkung von manuellen Techniken auf das autonome Nervensystem untersuchen. Als Messparameter werden häufig die Hautleitfähigkeit, der Pupillendurchmesser, die Atemfrequenz oder die Herzfrequenz genutzt. Auch die Herzratenvariabilität (HRV) wird dazu immer häufiger eingesetzt.

Als Werkzeug zur Analyse der parasympathischen und sympathischen Einflüsse auf die Herzaktion gilt die HRV als Maß für die Anpassungsfähigkeit eines Organismus an verschiedene Belastungssituationen, also als Ausdruck seiner Regulationsfähigkeit [1,2]. Je besser sich ein Körper auf psychische und physische Veränderungen einstellen kann, desto größer ist die HRV. Wenn die Regulationsfähigkeit durch Krankheit oder permanenten Stress gestört ist, sinkt die Variabilität [3]. Die Messung der Herzratenvariabilität wird daher als nicht in-

vasives Instrument zunehmend auch zur Trainings- und Regenerationssteuerung eingesetzt, für Biofeedbacktraining in der Stressmedizin genutzt und spielt eine wachsende Rolle in der Therapiekontrolle [3].

Physiologische Grundlagen und Einflussfaktoren

Die Herzfrequenzvariabilität bezeichnet die Fähigkeit des Herzens, mit einer Veränderung der Schlagfrequenz auf unterschiedliche Belastungssituationen zu reagieren [1, 2]. Diese Anpassungsfähigkeit des Herzens auf Signale des Körpers und äußere Einflüsse basiert auf dem optimalen Zusammenspiel von Sympathikus und Parasympathikus. Das sympathische System wirkt vermehrt während körperlicher Belastung und in Stresssituationen. Es ist für Energiebereitstellung, Beschleunigung des Herzschlags und der Atmung, Schwitzen und Verengung von Blutgefäßen verantwortlich. Der Parasympathikus ist vor allem in Ruhephasen aktiv. Er veranlasst Erholungsreaktionen und Regenerationsprozesse, indem er für Energiespeicherung, Verdauung, Durchblutung von Haut und inneren Organen und für Schlaf sorgt [2, 4]. Beide Systeme sind permanent aktiv. Abhängig von der jeweiligen Aktivität des Organismus und weiterer Einflüsse, die mit dem autonomen Nervensystem in Wechselbeziehung stehen, überwiegt eines der beiden Systeme. Ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Sympathikus und Parasympathikus wird als „sympathovagale Balance“ bezeichnet. Beide Anteile wirken auf den Sinusknoten, das primäre Erregungsbil-

dungszentrum im Herzen, und regulieren so die Herzfrequenz. Die dort gebildeten elektrischen Impulse werden weitergeleitet und führen schließlich zur Kontraktion des Herzens [2]. Der Abstand zwischen zwei Kontraktionen bzw. Herzschlägen wird als Zeitintervall angesehen, woraus innerhalb eines definierten Zeitraums die Herzfrequenz berechnet werden kann. Das reale Zeitintervall zwischen zwei Herzschlägen variiert bei gesunden Organismen dabei abhängig von inneren und äußeren Reizen mit einer Standardabweichung um einen Mittelwert [2]. Das heißt, die Abfolge zweier Herzschläge ist nicht konstant. Auch in Ruhe treten diese physiologischen Schwankungen auf. Die Variation der Zeitintervalle zwischen den Herzschlägen sowie der absoluten Herzfrequenz bildet die Grundlage der Herzfrequenzvariabilität [2]. Diese ist demnach keine feste Größe, sondern stetiger Veränderung unterworfen.

So sollten einige Faktoren, die die Aktivität von Sympathikus und Parasympathikus steuern und beeinflussen, bei der Interpretation von HRV-Messungen berücksichtigt werden. Dazu zählen unter anderem Alter, Geschlecht, Temperatur, Tageszeit, Genussmittel und Medikamente [1,5–8]. Die Atmung hat ebenfalls eine deutliche Auswirkung auf die HRV [9]. Ein gesunder Organismus zeigt beim Einatmen einen Anstieg der Herzfrequenz und ein Absinken der HRV, beim Ausatmen verlangsamt sich der Herzschlag, die Variabilität steigt an. Dieses Phänomen wird als respiratorische Sinusarrhythmie bezeichnet [10].

Analyse

Das Elektrokardiogramm (EKG) dient als Grundlage der Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität. Die Auswertungsverfahren lassen sich in zwei Bereiche aufteilen, die Zeitbereichsanalyse (Unterteilung in lineare und nicht lineare Verfahren) und die Frequenzanalyse. Die lineare Zeitbereichsanalyse basiert auf der Errechnung des

zeitlichen Abstands zwischen zwei R-Zacken im QRS-Komplex eines EKG, also zwischen zwei Herzkontraktionen. Diese Abstände werden als RR-Intervalle oder auch NN-Intervalle („normal to normal“) bezeichnet. Der globale Parameter SDNN („standard deviation of normal to normal“) beschreibt die Standardabweichung aller RR-Intervalle über einen festgelegten Zeitraum, häufig einer 5-Minuten- oder 24-Stunden-Messung [11].

Ein weiterer häufig verwendeter Parameter aus dem Bereich der nicht linearen Verfahren ist der Poincaré-Plot zur graphischen Darstellung der Struktur von RR-Intervallen. Es wird jeweils ein RR-Intervall gegen das nächstfolgende RR-Intervall abgetragen. Um diese Punktwolke lässt sich bei gesunden Menschen eine imaginäre Ellipse legen, die durch eine subjektive optische Klassifikation in Kategorien wie „kometen-“, „torpedo-“ oder „diskusförmig“ eingeteilt wird [12–14]. Eine weit gestreute Punktwolke ist ein Zeichen einer hohen HRV, eine schmale Ellipse steht für eine geringe HRV [12–14]. Die Quantifizierung der Plots kann über die Berechnung der Parameter SD1 und SD2 und deren Quotient SD2/SD1 erfolgen. SD2 entspricht dabei der Länge, SD1 der Breite der Ellipse. Der Längsdurchmesser dieser Ellipse gibt Auskunft über die Langzeitabweichung der Herzfrequenz und wird der gemischt parasymphatisch/symphatischen Aktivität zugeordnet. Der Querdurchmesser zeigt kurzzeitige Änderungen der Herzfrequenz an und bildet damit vor allem die Parasympathikusaktivität ab [3].

Im frequenzbasierten Verfahren wird über eine Spektralanalyse die Schwingungsfrequenz der elektrischen Impulse im Herzen ausgewertet und in verschiedene Frequenzbereiche wie „high“ (HF), „low“ (LF), „very low“ (VLF) und „ultra low frequency“ (ULF) eingeteilt. Außerdem kann die „total power“ interpretiert werden.

Innerhalb der unterschiedlichen Auswertungsverfahren zeigten sich in klinischen Untersuchungen deutliche Korrelationen zwischen einzelnen

Parametern. So korreliert SD2 mit dem HF-Band („high frequency“) und ist damit ein guter Marker für die parasymphatische Modulation der Herzfrequenzvariabilität. SD1 wird mit dem LF-Band („low frequency“) assoziiert und gibt damit Auskunft über die gemischt parasymphatisch/symphatische Modulation [15, 16]. „Total power“ und SDNN lassen Aussagen über die globale Varianz zu [15].

Anwendungsgebiete

Erste Ansätze zur Bedeutung des Pulses zu diagnostischen und prognostischen Zwecken stammen aus den Beobachtungen des griechischen Arztes Galen von Pergamon (131–201 n. Chr.) [17]. Auch die Traditionelle Chinesische Medizin arbeitet mit der Pulsdiagnostik, basierend auf den Dokumentationen des Arztes Wang Shuhe (265–316), der 24 Pulstypen unterschied und herausfand, dass ein besonders variabler Herzschlag ein Zeichen von Gesundheit ist [18]. Viele Jahrhunderte später erklärte der als Begründer der modernen Medizin geltende William Osler (kanadischer Arzt und Professor): „Variabilität ist das Gesetz des Lebens“ [19].

In den vergangenen 20 Jahren wurden zahlreiche Untersuchungen zur Herzratenvariabilität veröffentlicht, aus denen sich einige wichtige Anwendungsfelder ergeben haben. So gilt die HRV in der Frühdiagnostik von diabetischer Polyneuropathie [20] sowie in der Prognostik von kardialen Ereignissen [21] als etabliert. Dies führte dazu, dass die Analyse der Herzfrequenzvariabilität bereits als Basisdiagnostik für die kardiale autonome diabetische Neuropathie in die Leitlinien der Deutschen Diabetes Gesellschaft aufgenommen wurde [22].

Birkhofer et al. (2005) beschreiben die HRV als spezifischen Indikator autonomer Dysfunktionen und nehmen an, dass eine abgeschwächte autonome Regulationsfähigkeit zu einem verminderten Erleben von Gefühlen im Sinne einer Depression oder einer überschießenden Reaktion in Form von Panik-

attacken führen kann [11]. Außerdem könne die verminderte Flexibilität des Organismus die Mortalität psychischer Erkrankungen miterklären [11].

Weiterhin zeigte sich eine große Komorbidität von depressiven und kardiovaskulären Erkrankungen [11, 23, 24]. In diesem Zusammenhang wird vor allem eine verminderte parasympathische Kontrolle des Herzens als pathogen diskutiert [23, 25]. Im Tierversuch konnte sogar gezeigt werden, dass eine Stimulation des Vagus nach Herzversagen die Langzeitüberlebensrate nahezu verdoppelte [26].

Aber auch im Sport- und Freizeitbereich kommt die Analyse der Herzratenvariabilität zum Einsatz. Laut Hottenrott et al. (2010) kann sie zur individuellen Trainingskontrolle und Regenerationssteuerung bei Sportlern herangezogen werden [3].

Als wissenschaftliche Grundlage für Forschung und Anwendung dient die gemeinsame Veröffentlichung der European Society of Cardiology und der North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996), in der Anwendungsgebiete, physiologische Interpretationsmöglichkeiten und Standards zur Durchführung von HRV-Messungen formuliert worden sind, die jedoch durch weitere Forschungsarbeiten erweitert wurden [15].

Osteopathische Anwendungsmöglichkeiten

Eine osteopathische Grundannahme ist, dass Beweglichkeit ein Ausdruck für Vitalität ist. Viele Bewegungen im Körperinneren folgen einer gewissen Rhythmik, die durch chemische, zelluläre Zyklen sowie nervale und hormonelle Regulationen gesteuert wird. Innerhalb dieser biologischen Rhythmen kann neben kurz-, mittel- und langwelligen Oszillationen auch zwischen endo- und exogenen Rhythmen unterschieden werden [27]. An der Modulation des Herzrhythmus sind beispielsweise als starker Rhythmusgeber die

Atmung und als dezentere Oszillatoren Sympathikus und Parasympathikus beteiligt. Nach Liem (2013) ist die Symmetrie der rhythmischen Äußerungen des Organismus von diagnostischer Bedeutung [27]. So könnte ein möglicher Wirkfaktor von Osteopathie auf das ANS sein, dass der Osteopath während der Behandlung versucht, sich mit dem Gewebe, der Atmung und dem Grundtonus des Patienten zu synchronisieren, um unterschiedliche Rhythmitäten innerhalb des Körpers in Resonanz zu bringen [27]. Nicht zuletzt deshalb spielt das autonome Nervensystem in der osteopathischen Befundung und Behandlung eine zentrale Rolle. So können zum Beispiel regionale Temperaturunterschiede der Haut oder Schwitzen Hinweise auf eine Dysfunktion geben.

Aber auch während und nach einer osteopathischen Behandlung werden immer wieder körperliche Reaktionen beobachtet, die auf das autonome Nervensystem zurückzuführen sein könnten. Einige Patienten erleben einen Zustand tiefer Entspannung und Erholung, in anderen Fällen kann es zu vermehrtem Schwitzen und einem Anstieg der Herzfrequenz kommen. Diese Erfahrungen unterstreichen die Bedeutsamkeit des autonomen Nervensystems in der Osteopathie, da es mit vielen anderen funktionellen Regelkreisen im Organismus eng verflochten ist. So kann davon ausgegangen werden, dass eine Beeinflussung des ANS, insbesondere über die Stimulation des Parasympathikus, zur Wiederherstellung der körpereigenen (autonomen) Regulationsfähigkeit beiträgt und damit die körpereigenen Selbstheilungsressourcen aktivieren kann.

Ausgehend von diesen Erfahrungswerten werden in der evidenzbasierten Medizin immer mehr Studien durchgeführt, um die Wirkung osteopathischer Behandlungen und deren Mechanismen abzubilden und zu erklären. Henley und Kollegen (2008) untersuchten bei 17 gesunden Probanden die Auswirkungen eines zervikalen myofaszialen Release in einer sympathikusstimulierenden Liegeposition auf die

Herzratenvariabilität, im Speziellen auf die sympathovagale Balance (LF/HF). Nach einer Ruhephase wurden die Probanden in eine Lagerung mit einer Kopferhöhung von 50 Grad gebracht, was bei allen Teilnehmern den Sympathikotonus stimulierte. Daraufhin wurde die osteopathische Manipulation durchgeführt. Die Behandlung konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe und zu einer Scheinbehandlung den Parasympathikus soweit anregen, dass er den Sympathikotonus übertraf [28]. Da keine signifikanten Unterschiede zwischen der Scheinbehandlung und der Kontrollgruppe in Bezug auf die HRV gefunden wurden, gehen die Autoren davon aus, dass nicht die Berührung allein für die Reaktion des ANS verantwortlich ist [28].

Ähnliche Ergebnisse erzielten auch Giles et al. (2011), die bei 19 gesunden Probanden während der Durchführung eines Release des Atlantookzipitalgelenks eine Veränderung der sympathovagalen Balance zugunsten des Vagotonus beobachteten. Auch in dieser Untersuchung konnte der Effekt der „heilsamen Berührung“ ausgeschlossen werden, da sich weder in der Kontrollmessung noch während einer Scheinbehandlung, die ebenfalls mit Hautkontakt einherging, die HRV signifikant veränderte [29].

Milnes und Kollegen (2006) analysierten den Einfluss der CV4-Technik auf das autonome Nervensystem. Als Messparameter wurde neben der Atemfrequenz, Hautleitfähigkeit und -temperatur auch die Herzfrequenzvariabilität erhoben. Entgegen den Erwartungen der Autoren stieg lediglich bei drei von zehn Probanden die Parasympathikusaktivität an. Die Untersucher interpretieren dieses Ergebnis dahingehend, dass es bei kranialen Techniken „Responder“ und „Non-Responder“ geben könnte [30].

Der Einfluss einer HVLA-Technik („high velocity, low amplitude“) an der Brustwirbelsäule auf das autonome Nervensystem überprüften Budgell et al. (2006) in einer Crossover-Studie an 28 gesunden Teilnehmern [31]. Die Forschungsgruppe kam zu dem Ergeb-

nis, dass nach der Manipulation im Gegensatz zur Scheinbehandlung der Sympathikotonus (LF und LF/HF) signifikant anstieg. Als Erklärung führen die Autoren den kurzfristigen mechanischen Stress auf das Herz und die großen Gefäße an, der zu einem Blutdruckanstieg und einer Aktivierung kardiovaskulärer Mechanorezeptoren führt. Dies scheint wiederum die ANS-Funktion zu beeinflussen [31]. Zudem liegen die präganglionären Neuronen des Sympathikus im Seitenhorn des Rückenmarks zwischen C8 und L2, dieser Anteil wird auch als thorakolumbales System des ANS bezeichnet. Daher erscheint eine Stimulation des Sympathikus über eine Manipulation im Bereich der Brustwirbelsäule als möglich. Weiterhin wurde bei der Applikation einer Recoiltechnik am Sternum an 14 gesunden Probanden eine Veränderung der Gesamtvariabilität (SDNN) beobachtet [32]. Eine standardisierte osteopathische Behandlung bei 28 Patienten mit Depressionen zeigte Tendenzen einer Erhöhung des SDNN sowie eine Reduktion der LF/HF-Ratio, die Ergebnisse verfehlten jedoch die statistische Signifikanz [33]. Weitere Untersuchungen bestätigen eine Einflussnahme von osteopathischen Behandlungstechniken auf das autonome Nervensystem, ohne jedoch die Herzratenvariabilität als Messgröße

berücksichtigt zu haben [34, 35]. Außerdem gibt es gesicherte Ergebnisse, dass die Messung der Herzratenvariabilität im Rahmen osteopathischer Studien eingesetzt werden kann, um eine geeignete Scheinbehandlung, die keinen spezifischen Effekt auf das autonome Nervensystem hat, auszuwählen [36]. Der etablierte Einsatz der HRV im Bereich des Biofeedbacktrainings spricht dafür, dass die Messung der Herzratenvariabilität eine Aussage über die körpereigene Synchronisationsfähigkeit innerer Rhythmen unter Anleitung darstellen kann [37]. Vestweber und Hottenrott (2002) konnten diese Beobachtungen im Zusammenhang mit Entspannungstraining bestätigen [38]. Daher liegt nahe, dass die Analyse der Herzratenvariabilität auch die Synchronisation dieser Rhythmen, also auch des autonomen Nervensystems, durch eine osteopathische Behandlung messbar machen kann.

Ausblick

Die Interpretation der Studienlage zeigt lediglich zurückhaltende Erklärungsansätze der Wirkmechanismen von Osteopathie auf das autonome Nervensystem. Allerdings gibt es offenbar neben den subjektiven Erfahrungswerten vieler Behandler und Patienten

auch messbare Hinweise auf eine Einflussnahme. Um jedoch Vergleiche oder Regelmäßigkeiten aus unterschiedlichen Untersuchungen abzuleiten, muss weiterhin an einer Standardisierung der HRV-Messung und -Auswertung gearbeitet werden. Die Analyse der HRV während eines Orthostasetests kann zum Beispiel bereits durch eine rein optische Beurteilung einen guten Einblick in die autonome Regulationsfähigkeit des Organismus geben [37]. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass nur Messwerte miteinander verglichen werden können, die unter gleichen äußeren Voraussetzungen (z.B. Messdauer und Körperlage während der Messung) erhoben wurden [15]. Dennoch stellt die HRV-Analyse in Kombination mit weiteren Messparametern eine Möglichkeit zur Therapiekontrolle von osteopathischen Behandlungen dar und kann für die Planung von placebokontrollierten Studien eingesetzt werden [36].

Korrespondenzadresse:



Julia Günther-Borstel
Osteopathie Schule Deutschland
Mexikoring 19
22297 Hamburg

jguenther-borstel@osteopathie-schule.de

Literatur

- [1] Löllgen H. Herzfrequenzvariabilität. *Dt Ärztebl* 1999; 96: A2029-2032
- [2] Hottenrott K. Herzfrequenzvariabilität im Sport. *Prävention – Rehabilitation – Training*. Edition Czwalina Feldhaus, Hamburg 2002
- [3] Hottenrott K. Herzfrequenzvariabilität: Gesundheitsförderung, Trainingssteuerung, Stressbewältigung. *Medical Sports Network* 2010; 5: 20-22
- [4] Weineck J. *Sportbiologie*, 8. Aufl. Spitta, Balingen 2002
- [5] Li X, Shaffer ML et al. The circadian pattern of cardiac autonomic modulation in a middle-aged population. *Clin Auton Res* 2011; 21 (3): 143-150
- [6] Dietrich DF, Schindler C et al. Heart rate variability in an ageing population and its association with lifestyle and cardiovascular risk factors: results of the SAPALDIA study. *Europace* 2006; 8: 521-529
- [7] Hemingway H, Shipley M et al. Does autonomic function link social position to coronary risk? The Whitehall II study. *Circulation* 2005; 111: 3071-3077
- [8] Tsuji H, Venditti FJ et al. Determinants of heart rate variability. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1539-1546
- [9] Casadei B. Is respiratory sinus arrhythmias a good index of cardiac vagal tone in exercise? *J Appl Physiol* 1996; 81 (2): 556-564
- [10] Gaetgens P. Das Kreislaufsystem. In: Klinke R, Silbernagl S (Hrsg.) *Lehrbuch der Physiologie*. Thieme, Stuttgart 1996, S. 142-184
- [11] Birkhofer A, Schmidt G, Förstl H et al. Herz und Hirn – Die Auswirkungen psychischer Erkrankungen und ihrer Therapie auf die Herzfrequenzvariabilität. *Fortschr Neurol Psychiat* 2005; 73: 192-205
- [12] Esperer HD. Nichtlineare HRV-Analyse im Sport: Grundlagen, Anwendungen und Limitationen. In: Hottenrott K (Hrsg.) *Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin*. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, Band 162. Edition Czwalina Feldhaus, Hamburg 2006, S. 64-97
- [13] Brennan M, Palaniswami M et al. Do existing measures of Poincaré plot geometry reflect nonlinear features of heart rate variability? *Trans Biomed Eng* 2001; 48 (11): 1342-1347
- [14] Guzik P, Piskorski J. Geometry of the Poincaré plot of RR intervals and its asymmetry in healthy adults. *Physiol Meas* 2007; 28: 287-300
- [15] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 1996; 93: 1043-1065
- [16] Karapetian GK, Engels HJ, Gretebeck RJ. Use of heart rate variability to estimate LT and VT. *Int J Sports Med* 2008; 29 (8): 652-657
- [17] Billman GE. Heart rate variability – a historical perspective. *Front Physiol* 2011; 2: 86. doi:10.3389/fphys.2011.00086
- [18] Mück H, Löllgen D, Mück-Weymann M. Kurze Geschichte der HRV. *Köln* 2015: <http://www.hrv24.de/HRV-Geschichte.htm>
- [19] Osler W. On the educational value of the medical society. *Yale Med J* 1903; 9: 327
- [20] Malik M. Heart rate variability. *Curr Opin Cardiol* 1998; 13: 36-44
- [21] Whitsel EA, Raghunathan TE, Pearce RM et al. RR interval variation, the QT interval index and risk of primary cardiac arrest among patients without clinically recognized heart disease. *Eur Heart J* 2001; 22: 165-173
- [22] Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). *Nationale Versorgungsleitlinie Neuropathie bei Diabetes im Erwachsenen-*

Literatur

- alter – Kurzfassung. Version 2, 2012, zuletzt verändert Januar 2015. <http://www.dm-neuropathie-versorgungsleitlinien.de>; DOI: 10.6101/AZQ/000224
- [23] Carney RM, Freedland KE, Miller GE et al. Depression as a risk factor for cardiac mortality and morbidity: a review of potential mechanisms. *J Psychosom Res* 2002; 53: 897-902
- [24] Agelink MW, Baumann B, Sanner D et al. Komorbidität zwischen kardiovaskulären Erkrankungen und Depressionen. *Dtsch Med Wochenschr* 2004; 129: 697-700
- [25] Deuschle M, Lederbogen F. Depression and cardiovascular disease: pathogenetic factors of the stress concept. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2002; 70: 268-275
- [26] Li M, Zheng C, Sato T et al. Vagal nerve stimulation markedly improves long-term survival after chronic heart failure in rats. *Circulation* 2004; 109: 120-124
- [27] Liem T. Biologische Rhythmen. In: Liem T (Hrsg.) *Morphodynamik in der Osteopathie: Grundlagen und Anwendung am Beispiel der kranialen Sphäre*, 2. Aufl. Haug, Stuttgart 2013
- [28] Henley CE, Ivins D, Mills M et al. Osteopathic treatment and its relationship to autonomic nervous system activity as demonstrated by heart rate variability: a repeated measures study. *Osteopath Med Prim Care* 2008; 2: 7
- [29] Giles PD, Hensel KL, Pacchia CF et al. Suboccipital decompression enhances HRV indices of cardiac control in healthy subjects. *J Altern Complement Med* 2013; 19 (2): 92-96. doi:10.1089/acm.2011.0031
- [30] Milnes K, Moran RW. Physiological effects of CV4 cranial osteopathic technique on autonomic nervous system function: A preliminary investigation. *Int J Osteopath Med* 2006; 10 (1): 8-17
- [31] Budgell B, Polus B. The effects of thoracic manipulation on heart rate variability: a controlled crossover trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2006; 29 (8): 603-10
- [32] Mayrhofer D. Beeinflussung des autonomen Nervensystems durch eine osteopathische Recoiltechnik am Sternum. Masterthesis, vorgelegt an der Donau-Universität Krems 2014
- [33] Scherding C. Osteopathie bei Depressionen: Kurzeffekt auf Herzratenvariabilität, Befinden und Schweregrad. Masterthesis, vorgelegt an der Dresden International University/Osteopathie Schule Deutschland 2013
- [34] La Touche R, Paris-Aleman A, Mannheimer JS et al. Does mobilization of the upper cervical spine affect pain sensitivity and autonomic nervous system function in patients with cervico-craniofacial pain? A randomized-controlled trial. *Clin J Pain* 2013; 29 (3): 205-15. doi: 10.1097/AJP.0b013e-318250f3cd
- [35] Sillevs R, Cleland J, Hellman M et al. Immediate effects of a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system: a randomized clinical trial. *J Man Manip Ther* 2010; 18 (4): 181-90
- [36] Henley CE, Wilson TE. Use of beat-to-beat cardiovascular variability data to determine the validity of sham therapy as the placebo control in osteopathic manipulative medicine research. *J Am Osteopath Assoc* 2014; 114 (11): 860-6. doi: 10.7556/jaoa.2014.172
- [37] Hottenrott K, Hoos O, Esperer HD (Hrsg.) *Herzfrequenzvariabilität: Gesundheitsförderung – Trainingssteuerung – Biofeedback*. Edition Czwalina Feldhaus, Hamburg 2011
- [38] Vestweber K, Hottenrott K. Einfluss einer speziellen Entspannungs- und Konzentrationstechnik (Freeze-Frame) auf Parameter der Herzfrequenzvariabilität. In: Hottenrott K (Hrsg.) *Herzfrequenzvariabilität im Sport. Prävention – Rehabilitation – Training*. Edition Czwalina Feldhaus, Hamburg 2002

Anzeige folgt